# INICIOS DE LOS ESTUDIOS DE COMPUTACIÓN EN VENEZUELA Y SUS CIRCUNSTANCIAS

Marta Sananes

Universidad de Los Andes, Instituto de Estadística Aplicada y Computación (IEAC), Venezuela. sananes@ula.ve

**Resumen**. Se presenta un recuento personal de los inicios del Departamento de Computación en la Universidad Central de Venezuela y de la creación del primer programa universitario de estudios de Computación. Se presenta el relato dentro del marco de referencia percibido de las circunstancias sociales, políticas y económicas de la época.

En 1958 una confluencia de fuerzas – grupos de resistencia de los partidos políticos, sectores democráticos de la marina y aviación militares, de la iglesia, de empresarios, de trabajadores en general- había permitido derrocar a la dictadura militar. En 1960, comenzando el primer gobierno surgido de elecciones democráticas tras el derrocamiento de la dictadura, Venezuela parecía entrar en una época de consolidación democrática con paz y prosperidad: funcionamiento equilibrado de la sociedad después de una transición relativamente tranquila y posibilidad de diversificación económica y progreso social basado en el nivel de desarrollo de la industria petrolera y en su mayor aporte al ingreso fiscal. En efecto, antes de culminar el período de transición un decreto de la última Junta de Gobierno provisional presidida por Edgar Sanabria había aumentado la participación del Estado en las ganancias de la industria petrolera a la relación 60:40. La UCV –Universidad Central de Venezuela- estrenaba un Rector reconocido por su trayectoria científica y su participación en la lucha por la democracia y la autonomía universitaria, el investigador médico Francisco De Venanzi. Otro reconocido profesional, Rafael Pizani, se estrenaba como Ministro de Educación para continuar el gran esfuerzo iniciado de extensión de la educación a todos los niveles, favoreciendo la inmigración de docentes hispanohablantes para tratar de satisfacer las nuevas necesidades de personal docente calificado. La Junta de Gobierno había restaurado la autonomía a las universidades nacionales. [1] Se había creado el IVIC -Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas- ampliando competencias de un instituto creado por la dictadura. Otros proyectos valiosos iniciados por el gobierno dictatorial fueron revisados y adaptados para darles continuidad, como fueron los de los sectores siderurgia, aluminio, desarrollo hidroeléctrico, vías de comunicación. Las grandes compañías petroleras instaladas en el país hasta ese momento en régimen de "concesiones petroleras" –extensiones de territorio con yacimientos existentes o presumibles para su exploración y explotación- habían aportado experiencias de organización de empresas modernas, incluyendo ya como elemento importante de funcionamiento el uso de los computadores y sistemas informáticos de la época. Ya para entonces personal nacional laboraba en todos los niveles de operación y administración, lo que favoreció en particular

[1] Formato Documento Electrónico (ISO)
FUENMAYOR TORO, Luis. Autonomía universitaria y reforma constitucional.
Educere. [online]. mar. 2008, vol.12, no.40 [citado 20 Mayo 2010], p.118-126.
Disponible en la World Wide Web:
<http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-49102008000100015&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1316-4910.

la formación de profesionales de la ingeniería y el entrenamiento en las incipientes ciencias de la computación.[2] Todas condiciones prometedoras para que el país siguiera una vía ordenada y constructiva hacia el bienestar y el desarrollo.

Pero la ilusión no duró mucho. En enero de 1959 había entrado Fidel Castro con el ejército rebelde a La Habana, Cuba, para tomar el gobierno después de la huída del derrotado dictador Batista. Este suceso que fue celebrado en Venezuela fraternalmente como otro triunfo de la democracia pronto demostró ser un proyecto de otra naturaleza. La lucha armada en Cuba no la dirigió Castro para restaurar la democracia sino para instaurar un proyecto comunista que comienza, como está bien proclamado desde la publicación del Manifiesto Comunista, por la instalación de la "dictadura del proletariado", que en términos reales se traduce en instalación por tiempos indefinidos de dictaduras personalistas, militares o no, de quienes se abrogan el poder o la magia de "interpretar" el sentir del "pueblo".

Este giro produjo una gran frustración en la dirigencia y en muchos militantes del PCV –Partido Comunista de Venezuela- y de su juventud, la JCV. Hasta entonces se mostraban orgullosos de haber participado notablemente en la lucha compartida contra la dictadura militar y así mismo participaban hasta entonces con consignas unitarias en la reconstrucción democrática. Sin embargo, el PCV no había sido invitado a participar en el "Pacto de Punto Fijo", la alianza de partidos políticos que precedió al derrocamiento para configurar la salida democrática –conocida y reconocida como ejemplo para otras alianzas democráticas en situaciones similares de restauración democrática. El PCV participó sin embargo en el proceso electoral apoyando al carismático militar primer presidente de la Junta de Gobierno que obtuvo una gran votación en la capital pero no así en el resto del país donde revivía la antigua maquinaria del partido AD –Acción Democrática- y el fervor por su líder popular ganador de las elecciones, el ex -comunista Rómulo Betancourt. En estos resentimientos ubica el historiador Germán Carrera Damas [3] las causas de la llamada "lucha armada" en Venezuela, iniciada por elementos del PCV y JCV a los que se unió una fracción principalmente juvenil de disidentes de AD que acusaban a RB de traidor. No pesaron la gran diferencia de no haber habido en Venezuela una guerra ni de guerrillas ni de otro tipo para cambiar el tipo de gobierno sino la confluencia de fuerzas mencionada al principio de este recuento.

La UCV fue base ideológica de esa lucha armada así como en menor medida otras universidades nacionales y liceos: enfrentamientos entre grupos estudiantiles pro y anti

---

[2] La historia de la tecnología petrolera en Venezuela suele dividirse en dos períodos: bajo el régimen de concesiones y nacionalizada. A su vez, en el primer período se reconoce una subdivisión correspondiente al lapso que va desde 1885, cuando se otorgaron las primeras concesiones, hasta 1970, cuando comenzó a planificarse seriamente la nacionalización de la industria. En ese primer largo subperíodo el personal venezolano que trabajaba en las firmas extranjeras adquirió un amplio cúmulo de conocimientos en el negocio petrolero y una familiarización con el manejo de las nuevas tecnologías que eran incorporadas y adaptadas a las condiciones particulares del medio a través del adiestramiento en el trabajo y cursos formales para ingenieros y técnicos de las firmas. [Aprendizaje científico técnico y cambio cultural en Venezuela: un enfoque microsociológico. Hebe Vessuri Artículo publicado en la revista: REDES. Vol. IV, Nº 9, Buenos Aires, abril de 1997, 49-77]

[3] Hernández, Ramón: El Asedio Inútil, Conversación con Germán Carrera Damas. Editorial Libros Marcados, 2009.

comunistas respaldados solapada o abiertamente por correspondientes profesorales, reclutamiento de militantes para las guerrillas urbanas y rurales, refugio de militantes y –según el allanamiento y posterior intervención durante la primera presidencia de Rafael Caldera- también arsenal. Con el trasfondo de la "guerra fría" constantemente se realizaban manifestaciones ya fueran de apoyo o de protesta por conflictos internacionales además de las motivadas internamente por diversas demandas reinvindicativas.

En este ambiente nacional y universitario se crea en 1961 el primer Departamento de Computación, con el nombre de Departamento de Cálculo Numérico, en la Facultad de Ciencias de la UCV, con su primera dotación de cómputo, una IBM 1620 con algunos periféricos mecánicos. Se inicia con planta de profesores "importados", llegados al país esperando encontrar mejores condiciones políticas y económicas que las que dejaron en sus países de origen. De España: Jaime Barcón, Inmanol Zubizarreta, Rizal Grimau, José Gálvez, Vicente Alonso; de Costa Rica, Fernán Rodríguez Gil que aportaba además su formación y experiencia como ingeniero en el área de computación de la compañía Shell de Venezuela; de Argentina Carlos Domingo y algo más tarde Julián Araoz y Oscar Varsavsky por temporadas. Al mismo tiempo nos incorporábamos, primero como estudiantes asistentes y luego algunos como personal profesional después de graduados varios locales: César Briceño, Eduardo Menda, Elkin Palacios, Gutiérrez, Jorge Baralt, Jorge Fernández.

Eran tiempos de aprendizaje para todos. Se incursionaba en la investigación y desarrollo con proyectos como el PUC –lenguaje mixto de bajo y alto nivel- de Fernán y Domingo. Se hacía computación aplicada colaborando con investigadores de otras dependencias universitarias o gubernamentales que se iniciaban en el uso de la computación en sus proyectos así como con profesionales en general. Se inició entonces una larga colaboración con el CENDES -Centro de Estudios del Desarrollo, dependencia central de la UCV- con los proyectos: Conflicto y Consenso, con la participación de los sociólogos J.A. Silva Michelena y del portorriqueño-norteamericano Frank Bonilla; Modelo Económico de Venezuela, proyecto contratado al Prof. Holland, de la empresa SIMULMATICS, que abrió una línea de investigación en modelación social en el que participaron Carlos Domingo, Oscar Varsavsky, Eduardo Menda, Jaime Barcón; proyecto Modelo de Utopía, posiblemente el primer proyecto de simulación de sociedad, con la participación también de Silva Michelena y el chileno Jorge Ahumada, por CENDES y de Oscar Varsavsky, Carlos Domingo y Jaime Barcón por el Departamento. Era muy demandado por los investigadores el software estadístico desarrollado por Menda, el ENCUES. Se hacía labor de extensión dictando cursos de iniciación y avanzados para estudiantes y profesores. Investigadores y tesistas de la Facultad de Ingeniería eran también usuarios habituales del Departamento tanto para utilización del equipo como para asesoramiento. Un poco más tarde esta Facultad instaló su propio centro de Computación. El Departamento lograba obtener ingresos propios ofreciendo tiempo de cómputo a empresas y profesionales, en particular era habitual el uso por ingenieros que trabajaban haciendo cálculos de estructuras. Fortoul y otros comenzaron así con sus propios desarrollos de software para luego fundar una empresa con equipo propio que tuvo éxito por varios años. Con esos ingresos el Departamento pudo otorgarme una beca para ir a estudiar Computación en la primera carrera de Computación en Latinoamérica, la carrera de "Computador Científico", en la UBA -Universidad de Buenos Aires-, Argentina.

**Marta Sananes**

Entre sobresaltos e interrupciones generados por el conflicto político nacional, se lograba trabajar con entusiasmo y planear futuros emprendimientos, como era el de la creación de una Licenciatura en Computación.

En esa Venezuela con altos ingresos petroleros ya la computación penetraba con fuerza tanto en empresas privadas como en muchos organismos públicos, promovida por los proveedores ya instalados en el país, como IBM, NCR o Burroughs. En las empresas privadas proliferaban equipos de cómputo dedicados para nóminas o inventarios, la Banca contrataba equipos de mayor capacidad. Las compañías petroleras extranjeras incorporaban sus estándares de computación, incluyendo los equipos y sistemas de mayores capacidades para la época. En algunos ministerios también se incorporaban equipos de mayor capacidad, el Consejo Nacional Electoral adquirió también equipos de gran capacidad para apoyar los procesos electorales.

Además del Departamento de Cálculo Numérico –después de Computación- de la Facultad de Ciencias de la UCV, en las universidades se utilizaban también equipos de computación en las dependencias administrativas centrales.

Hasta entonces la demanda de formación de personal la satisfacían a niveles bajo e intermedio principalmente las mismas empresas proveedoras. La formación de personal de mayor nivel se intentaba resolver con becas para estudios de postgrado generalmente a profesionales de ingenierías.

En 1966 se produjo un nuevo retroceso democrático en Argentina –el golpe militar contra el Presidente Illía- seguido casi inmediatamente del allanamiento y desalojo de universitarios que protestaban en varias facultades de la UBA contra el recién aprobado decreto intervencionista de las universidades. Este suceso conocido como "la noche de los bastones largos" tiene como consecuencia la renuncia de una gran cantidad de profesores. Un nutrido grupo de profesores investigadores renunciantes de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales se incorpora al Departamento de Computación: Cristina Zoltán, Víctor Pereyra, Gustavo Galimberti, Víctor Yohai, y todavía como estudiante, Nélida Lugo. Ellos aportan además su experiencia en la docencia de la carrera de "Computador Científico". Debido a esta masiva renuncia de profesores quedó interrumpida la carrera de la UBA por lo cual regresé a Venezuela sin haber culminado los estudios, incorporándome en proyectos en colaboración con el CENDES y luego como Auxiliar Docente hasta mi graduación.

Otros docentes-investigadores se incorporan a otros departamentos de la Facultad de Ciencias, como Manuel y Cora Sadosky, Mitcha Cotlar, Rebeca Gruber. Oscar Varsavsy y su equipo de trabajo –Bianccioto, O´Connel, Testa, Frenkel, Marzulli- se incorporan al CENDES. Se inicia una nueva etapa de colaboración más estrecha con el CENDES con el desarrollo de Modelos de Simulación socio-económicos bajo convenio con el organismo central de planificación nacional, CORDIPLAN. También se colaboraba con el Estudio de la Reforma Agraria, en el que me tocó participar.

Aunque ya en Venezuela y venezolano desde hacía más tiempo, trabajando como investigador del IVIC y luego en la Facultad de Ciencias, se incorpora al Departamento como Jefe el físico argentino Manuel Bemporad. Sus conocimientos junto con su capacidad organizativa y de gestión se aplican, entre otras tareas, a la empresa de crear la Licenciatura en Computación, aprovechando ya la presencia de una planta profesoral suficiente para iniciarla. Esta planta profesoral se completa con la incorporación a tiempos

parciales de profesionales ocupados en empresas privadas, como en compañías petroleras, que, por sus actividades, no podían tener mayor dedicación a la docencia e investigación universitarias. Sin embargo, su aporte fue muy valioso puesto que traían el conocimiento directo con el trabajo en el mundo empresarial, con sus herramientas habituales, los perfiles de personal requeridos, sus prácticas y necesidades de trabajo, sus problemas. Así se incorporaron Moros, Viso, Dascoli, Díaz Zuluoga. Con dedicación completa se incorpora Suárez Flamerich.

La carrera arrancó suavemente con pocos alumnos. Pronto ocurrió una explosión aparentemente no bien prevista: ingreso de cientos de estudiantes que hicieron tambalear el ambiente tranquilo de la Facultad de Ciencias. Con la creciente utilización de computadores en empresas e instituciones públicas se había acumulado una demanda de personal que aspiraba a ser de categoría profesional y para el momento sólo ésta recién creada carrera satisfacía esa aspiración. Hubo que ingeniárselas para con los recursos de computación de la época enseñar por ejemplo programación a estos cientos de estudiantes. Costaba mantener el nivel deseado de enseñanza en formación matemática o estadística o profundizar en temas netamente computacionales.

El conflicto de la lucha armada que nos circunscribía había devenido en la derrota militar y policial de las guerrillas y el inicio de las políticas de pacificación durante el gobierno de Raúl Leoni (1964-69). Los grupos y partidos de izquierda en las universidades se encontraban divididos por las posiciones tomadas en cuanto a la decisión de abandonar la lucha armada. En medio de cierta confusión sobre como continuar la actividad política en las universidades se difunden las noticias del mayo francés del 68. Aunque no fuera la única causa, puede pensarse que influyó notablemente en la dirección del movimiento de Renovación Universitaria que se desplegó ese año y que fue disolviéndose lentamente hasta el año 75. [4] En esa época de continuas asambleas se pasaba fácilmente del análisis y crítica renovadora al estilo destructivo -ofensivo y calumnioso- preludio del lenguaje y práctica que ahora son comunes desde el poder en Venezuela.

La Renovación pasó finalmente con alguna pena y poca gloria. En la carrera de Computación trajo como consecuencias la decisión de no contratar más a profesores a dedicación parcial con el argumento de que sólo profesores a tiempo completo o a dedicación exclusiva podían ser efectivos en la enseñanza. Así se debilitó el contacto con el medioambiente exterior y sus problemas. También como consecuencia del ambiente conflictivo y desconsiderado algunos profesores prefirieron aceptar ofertas de otras universidades.

En 1970 culmina el proceso de creación de la USB -Universidad Simón Bolívar- que absorbió algunos profesores de la UCV. La USB se convirtió en referencia académica en el país. Aunque su creación fue considerada por algunos de quienes participaron del proceso de renovación como un intento desde el poder de destruir a la UCV, el resultado final más bien fue el de que se hicieron competidoras en el ambiente universitario y ambas resultaron ganadoras. En la USB se crean la carrera de Computación, inicialmente como Licenciatura y poco después como Ingeniería. Paulatinamente se van creando carreras afines en otras universidades públicas y privadas.

---

4 Méndez, Nelson: La Renovación en la Universidad Central de Venezuela (1968-1969): Érase una vez el futuro http://www.analitica.com/bitblio/nelson_mendez/renovacion.asp

**Marta Sananes**

Me gradué de Licenciada en Computación en 1971, después de una larga espera por el acto académico de graduación debido a la intervención con ocupación militar de 1969, al comienzo del primer gobierno de Rafael Caldera. Fui miembro del personal docente del Departamento de Computación de 1972 a 1974.

Todos los Departamentos de Computación y afines así como sus carreras fueron evolucionando junto con la evolución global de la computación -desde los mainframes, pasando por los minis, los personales y estaciones de trabajo, las redes- dado que en general siempre se obtuvo acceso a recursos para actualizar las dotaciones. Siempre sufriendo los sobresaltos e interrupciones de conflictos recurrentes de la incansable insurgencia anti-sistema.

Así fue hasta la consolidación del actual gobierno con lo que los herederos de la insurgencia llegaron finalmente al poder.

# Caminando por la Computación Científica en la Argentina, alrededor del año setenta[1]

Jorge Aguirre
Departamento de Computación, Universidad Nacional de Río Cuarto
(5800) Ruta 8 Km. 601, Río Cuarto, Argentina
jaguirre@dc,exa.unrc.edu.ar

**Resumen:** Mediante la travesía de su autor por los años próximos a 1970, se visitan algunas instituciones científico-técnicas de la época y se observan sus herramientas y prácticas de cálculo, previas a la computadora. Luego se relata la inclusión de sus primeras computadoras y sus, ahora, sorprendentes características. Se observa una importante construcción científico-técnica, que es poco conocida. Finalmente, con el desmoronamiento de esta construcción, termina el recorrido. Como epílogo se ubica al relato en un marco más general y se brinda una conclusión personal.

**Abstract:** The author makes a ride around the 1970 year, visiting some research institutes existing by that time in Argentina, focusing their computation practices and tools, previous to the computers. Next, the introduction of their first computers and their amazing features is narrated. An important and scarcely known scientific project is detailed. The story ends up with the crumble of that project. The epilogue puts the ride into a most general framework and draws an author´s personal conclusion.

**Keywords:** Computing history, old computers, ONFC, CNEGH, old calculators, Programma 101, IBM 1620, compilers, systems programming, computers architecture, Argentinean scientific and technical policy.

## 1 Introducción

Existe abundante literatura sobre las instituciones científicas argentinas durante el período 1957-1966 (como [1], [2], [3], [11], [22]), también sobre el período 1983-1989 (como [2], [3], [22]). Sin embargo no sucede lo mismo sobre el período 1966-1976, que permanece bajo las sombras. Este trabajo no pretende cubrirlo en su totalidad sino iluminar algunos aspectos de él, que mostrarán su brillo bajo el haz de la linterna de quién transita algunos de sus senderos. Por eso está escrito en primera persona, en pos de compartir la mirada

[1] Trabajo realizado en el marco del proyecto SAMCA subsidiado por la SCyT de la UNRC y el MinCyT del gobierno de Córdoba, Argentina

deslumbrada de un recorrido personal. El desarrollo es sin duda testimonial, pero en él ha estado siempre presente la preocupación por el rigor histórico. Cada hecho ha sido contrastado con documentación, entrevistas a testigos y publicaciones preexistentes.
El artículo comienza con una breve referencia a la Universidad previa a 1966 y su quiebre de la Noche de los Bastones Largos; luego describe la actividad de cálculo en un instituto geofísico, previa al uso de computadoras, se ven las singularidades de una pequeñísima computadora, la *Programma 101* y la utilidad que de ella se obtuvo en dicho instituto. Luego se pasa a ver el surgimiento de un gran emprendimiento científico, la Comisión Nacional de Estudios Geo-HelioFísicos (CNEGH) y su centro piloto, el Observatorio Nacional de Física Cósmica (ONFC). Instituciones a las que se incorporan, bajo el mismo gobierno, muchos de los investigadores que emigraron en 1966. Se observan las características técnicas de la computadora IBM 1620 que llega al ONFC, que también resultan sorprendentes en la actualidad y la formación en torno a ella de un grupo de desarrollo de software de base y sus realizaciones. Finalmente cuando el grupo está consolidado, se observa su desintegración, a la par que la de toda la CNEGH, bajo la influencia de una nueva y sangrienta dictadura.

## 2 Contexto Histórico y Personal previo.

Entre 1955 y 1966 las universidades Argentinas vivieron un proceso de importante desarrollo[2]. En 1962 la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la Universidad de Buenos Aires (UBA) instaló, en su Instituto de Cálculo (IC) la primera computadora académica argentina, una Mercury Ferranti, luego apodada Clementina[3]. En el IC se inició un pujante proceso de desarrollo de la Computación Científica liderado por el Dr. Manuel Sadosky.

El 28 de junio de 1966 (día de la llamada "Noche de los Bastones Largos") el mencionado proceso de desarrollo tuvo un abrupto corte en la UBA, que se extendió con distinta intensidad a otras universidades. Ese día, a un mes de haberse producido el golpe militar encabezado por el general Juan Carlos Onganía[4], las universidades fueron intervenidas y en la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA (FCEN) la policía golpeó a estudiantes y profesores[5]. Estos sucesos motivaron que muchos docentes concertaran sus renuncias y se produjera un recambio casi total de los integrantes del IC, que si bien

2 El tema está desarrollado por N. Babini en [2], por mí en el capítulo 1 de [3] y por los protagonistas más importantes en la compilación de Rotunno y Díaz de Guijarro [1].

3 Detalles de su compra pueden verse el capítulos 1 y 5 de [3] y en [10] cómo se superó la reticencia de B. Housay, titular del CONICET, frente al desembolso de u$s 425.877.

4 Estos hechos están desarrollados en el capítulo 1 de [3].

5 Capítulo 1 de [3] y publicación especial de la revista Caras y Caretas [11].

siguió funcionando, sólo mantuvo las apariencias anteriores perdiendo su calidad (capítulo 8 "continuidad formal y ruptura real" de [3]).

En esa época yo era estudiante del Departamento de Matemática de esa Facultad y ayudante alumno del Curso de Ingreso. Durante la Noche de los Bastones Largos no estaba presente en la Facultad y recién me enteré de lo sucedido al día siguiente. Luego participé de la resistencia estudiantil. Pensábamos que debíamos mantener vivo el espíritu de resistencia, lo que suponía mantener activo el contacto entre los estudiantes, para lo cual, mientras la dictadura mantuvo cerrada la Facultad, se organizaban reuniones clandestinas en iglesias facilitadas por algunos sacerdotes católicos[6].

Cuando finalmente se abrió la primera Facultad de la UBA (la de Medicina) se realizaron actos de protesta por la intervención y en una de ellas fui detenido por la policía y condenado a 30 días de arresto[7]. Al recomenzar las clases en la FCEN, la vida en ella había cambiado drásticamente, la policía controlaba entradas y pasillos, no se podían hacer reuniones y faltaban muchos de los mejores profesores, particularmente en el IC que estaba prácticamente vacío de docentes formados e investigadores. En cambio el Departamento de Matemática no fue seriamente afectado; pienso que en gran medida debido a que la mayoría de sus más destacados profesores habían emigrado de Europa con motivo de las guerras que la asolaron del 36 al 45 y ya no podían abandonar al lugar, que penosamente habían transformado en su nueva casa. Debido a esta circunstancia mis estudios no se vieron mayormente afectados, aunque también habrán carecido del atractivo de la proximidad del viejo y prestigiado IC. Lo cierto es que la Computación no atrajo mi atención como alumno, pese a que tomé un seminario de cálculo numérico y realicé algunos programas escritos en Autocode[8] para Clementina.

En 1968, año en que egresé de la universidad, trabajaba en el Instituto de Geofísica del Servicio Meteorológico Nacional, cuyo Director era el profesor Roberto P. J. Hernández, de quien había sido alumno en la FCEN en algunos cursos. Allí me ocupaba de la realización y supervisión de los cálculos numéricos que se realizaban, aplicados al Geomagnetismo y la Sismología. El cálculo se hacía utilizando viejas herramientas: sumadoras mecánicas, reglas de cálculo – de las cuales el instituto tenía una con escala de dos metros- y tablas de logaritmos. Cuando se adquirió una calculadora electromecánica Facit, esto significó un gran alivio para los esforzados calculistas, ya que sumaba, multiplicaba y dividía automáticamente[9] y ¡hasta *sacaba* raíces cuadradas!.

---

6 Existía un movimiento de sacerdotes católicos, conocidos como ¨del Tercer Mundo¨, quienes apoyaban a las tendencias emancipadoras de las políticas impuestas por los países imperialistas.

7 La descripción del hecho se encentra en la nota periodística de la época [17]

8 El Autocode ([4]) era una especie de *assembly* de alto nivel, brindaba facilidades para operar con vectores y matrices pero obligaba a tener en cuenta la particular arquitectura de la Mercury Ferranti y disponer la ubicación en ella de los objetos manipulados.

9 Claro que como dividía por restas sucesivas, si uno intentaba dividir por cero, quedaba eternamente en el traqueteo de su imposible tarea.

Un día Hernández recibió de la empresa Olivetti el ofrecimiento en préstamo de una computadora de mesa -hoy diríamos calculadora programable-, se trataba de una Olivetti *Programma 101*. Él nos comisionó a dos jóvenes físicos del Instituto y a mí para ir a verla y darle elementos para decidir sobre el tema.

Como he comentado, aún no había sentido particular interés por la computación. Sin embargo, aquella mañana observé con gran atención las explicaciones del presentador sobre como se programaba esa máquina y la demostración de varios ejemplos; luego fuimos invitados a usarla. Hicimos algunos cálculos y a continuación, mirando los programas que había hecho el presentador y haciéndole alguna pregunta, pude hacer un pequeño programa que imprimía la secuencia de los cuadrados correspondientes a los primeros números enteros. No se porqué, lo hice usando la propiedad de que cada cuadrado es la suma de los primeros números impares. Tuve la suerte de que el programa funcionara. A partir de ese momento se despertó en mí, un interés compulsivo por la computación. Años después, al leer la biografía de von Neumman, me sorprendió la eficacia con que él pintaba su vivencia de un proceso similar –naturalmente, de enorme trascendencia, no meramente personal como el mío- diciendo: "regresé siendo un hombre mejor y más impuro…he desarrollado un interés *obsceno* por las técnicas de computación" (página 36 de [5]).

Aconsejamos aceptar el préstamo y a partir de que contamos con la nueva máquina trabajé con verdadera pasión durante extendidas jornadas, estudiando y aplicando lo que aprendía a automatizar tareas del instituto. Cómo sería mi interés, que para tener acceso a la *Programma*, hasta iba al instituto a la madrugada, contrariando el acendrado perfil de búho que por entonces me caracterizaba. Naturalmente, tareas de horas se reducían a minutos, hecho que la novedad de la herramienta tornaba sorprendente y me prestigiaba inmerecidamente.

A continuación mostraré las características de la *Programma 101* y lo que ellas imponían a su uso y programación. Más adelante hablaré el compilador que para ella realizamos posteriormente.

**2.1 Breve presentación de la *Olivetti Programma 101*.**

Este resumen se basa en el Manual de Referencia editado por Olivetti, documento que era difícil de conseguir hace algún tiempo, pero que ahora esta disponible en la página del Old Calculators Museum [6].

1

2

3

**Fig. 1- Fotos de la *Programma 101*:** 1 vista exterior, 2 vista del chasis, 3 vista lateral de placas (con interleaving), extraídas de *Old Calculators Museum.*

La *Olivetti Programma 101*, cuyo aspecto puede verse en la Fig 1-foto 1, tiene las siguientes características:

- Puede albergar sólo valores numéricos.
- Consta de
  - un pequeño impresor numérico,
  - un teclado numérico,
  - dos teclados de letras y funciones, que orlan al teclado numérico,
  - una rueda determinante de la cantidad de cifras decimales y
  - una lectora grabadora de tarjetas magnéticas.
- Tiene arquitectura de acumulador[10].
- Consta de tres registros operativos:
  - A (el acumulador),
  - M (donde ingresaban los datos introducidos desde el teclado y alberga valores intermedios durante operaciones aritméticas).
  - R (también usado durante algunas operaciones, que contiene el resto al terminar una división).
- La memoria está compuesta por 7 registros de 24 dígitos y/o instrucciones
  - 2 destinados exclusivamente a instrucciones (48 en total), que no pueden ser referenciados.
  - 3 que pueden albergar un número de 22 dígitos o 24 instrucciones. A estos registros se hace referencia mediante las letras F, D y E[11].
  - 2 destinados exclusivamente a valores numéricos, que pueden albergar números de 22 dígitos, cuyas referencias son: B y C.
- Cada uno de los registros B, C, D y E pueden ser divididos en dos a los que se puede hacer referencia mediante B/ y B, C/ y C, etc. En tal caso cada una de las partes pude contener hasta 11 dígitos[12].
- Cuenta con un impresor numérico que también permite imprimir las letras y símbolos presentes en sus teclados.

10 El acumulador es implícitamente el primer o el único operando de las operaciones aritméticas y las transferencias se realizan desde o hacia él.

11 No existe el concepto de dirección (*address*), como posición numérica, la razón se aclara cuando se tiene en cuenta que la memoria, en este caso, es circulante. Por tanto para acceder a un objeto se espera a encontrar su rótulo.

12 Para utilizar un registro, por ejemplo el B, dividido en dos se debe hacer referencia primero a B/; con esto él queda partido (B referencia a una mitad y B/ a la otra) y para unificarlo debe ejecutarse la instrucción B* (luego B vuelve a referenciar a un registro completo)

- Posee una lectora grabadora de tarjetas magnéticas. En una tarjeta se graban (o leen) sólo los registros que pueden albergar instrucciones: D, E y F y los destinados exclusivamente a ellas. Esto permite una rudimentaria segmentación, en la que los segmentos comparten los datos almacenados en los registros B y C (o sus cuatro mitades) mientras se cambian los segmentos de código de programa y los otros datos, leyendo las respectivas tarjetas.
- Trabaja con números enteros o racionales (denominados usualmente reales en lenguajes de programación) que corresponden al actual tipo de datos de punto fijo o *fixed point data type*, como los de COBOL y PL1, declarados usando:

  X PICTURE 999V99 (declaración que define un campo, cuya longitud es la cantidad total de 9s mientras que la de la segunda secuencia de 9s indica su cantidad de cifras decimales)[13]. En este caso un campo con tres dígitos enteros y dos decimales
- Provee las operaciones aritméticas de suma, resta, multiplicación, división, raíz cuadra y valor absoluto, saltos incondicionados, saltos condicionados según el valor del acumulador A: saltar por A>0 y saltar por A=0. Estas operaciones se especifican usando las teclas de función mostradas en la figura 1.

Como se ve, la *Programma 101* es una máquina pequeñísima y con un conjunto de instrucciones no muy amigable, tampoco es Turing completa ya que no permite indexaciones y la referencia a cualquier valor debe hacerse explícitamente por su nombre, elegido dentro de un conjunto finito de rótulos (sólo 15). Tampoco puede soportar expansiones, por la misma razón.

Sin embargo, con ella se resolvían una gran variedad de problemas, muchas veces subdividiéndolos en etapas (mediante el uso de tarjetas magnética) y a veces con gran trabajo de operación.

En el manual citado se muestra un programa que ajusta por cuadrados mínimos a la función parabólica: $y = a\ x^b$ para una secuencia de pares (x, y). Programa que ha debido dividirse en tres segmentos, que se soportan en tres tarjetas. Estas se cargan y ejecutan sucesivamente transmitiéndose los resultados intermedios mediante los registros B, C (o sus mitades) y también mediante los registros operativos (A, M y R).

Es de hacer notar que esta máquina no soporta funciones circulares ni de ningún otro tipo (excepto la raíz cuadrada que ya mencioné), así que para resolver cualquier problema en el que sea necesaria una función, ella deberá codificarse dentro de su programa. Codificación que, por otra parte, deberá ser muy breve para que el programa total quepa en las (a lo sumo) 120 instrucciones de la computadora.

**2.2 Introduciendo la Computación en el Instituto de Geofísica.**

Construir una biblioteca adecuada para los cálculos del instituto fue pues uno de mis primeros esfuerzos. Poco después encontré textos sobre el tema, con un rico despliegue de algoritmos para el cálculo de funciones, especialmente pensados para esta computadora,

13 La descripción de este tipo de datos, en los lenguajes actuales, puede verse en el libro de T. W. Pratt, [7] pag. 64)

entre ellos algunos que permitían programas brevísimos usando fracciones continuas[14]. Casi todos estos algoritmos no estaban comprendidos entre los métodos clásicos de C. Hastings ([8]) y M. Abramovitz ([9]), en que se basan la mayoría de los algoritmos con que los lenguajes de programación implementan sus funciones, ya que ellos conducen a programas que superan la capacidad de memoria de la *Programma 101*.

Más adelante relataré la construcción de de un compilador cruzado (*cross compiler*) para un subconjunto del lenguaje FORTRAN (sublenguaje al que llamamos FORPRO) que producía programas para la *Programma 101*[15], trabajo que fue realizado cuando ya trabajaba en otra institución.

Una vez satisfechos los requerimientos más urgentes de automatización del Instituto de Geofísica, comencé a estudiar otros lenguajes y técnicas de programación. El Prof. Hernández me invitó a trabajar en la universidad privada Centro de Altos Estudios en Ciencias Exactas (CAECE) y allí, mientras dictaba un primer curso de Matemática, tomé contacto con el lenguaje APL, desarrollado por K. Iverson ([12]). El CAECE había recibido una terminal, que ofrecía APL, del primer servicio de tiempo compartido implementado en Argentina. Este era brindado por la empresa Bull y se implementaba mediante un MODEM de acoplamiento acústico y una máquina de escribir eléctrica, vinculada con él. Para iniciar una sesión había que: llamar por teléfono; al oír el zumbido del protocolo de conexión; apoyar el tubo telefónico sobre un dispositivo de interfase y esperar que la máquina de escribir imprimiera un mensaje avisando que ya estaba lista para ejecutar un comando. APL era un intérprete y a partir de allí se podía comenzar a trabajar con él.

Con ese intérprete pude ejecutar mis primeros programas escritos en un lenguaje de programación.

A mediados de 1969 el Ing. Manuel Augusto Greco me ofreció trabajo en un observatorio que la Compañía de Jesús poseía en la localidad de San Miguel a unos 30Km de la Ciudad de Buenos Aires. Dicho observatorio iba a pasar a depender de una comisión nacional que estaba por constituirse. Allí se iba a recibir, por donación de una universidad estadounidense, una computadora IBM 1620 y yo debería encargarme de ella. La mejora laboral de la oferta, la atracción de trabajar con una *verdadera* computadora y la intrepidez de mis pocos años, me hicieron aceptar con gran entusiasmo.

14 Las fracciones continuas, peden definirse recursivamente así: a + (1/b) es una fracción continua si a es un entero y b un entero o una fracción continua .

15 El compilador corría en una IBM 1620 y fue realizado en el ONFCSM, usando una version de Fortran anterior al Fortran II.

## 3 El Observatorio de San Miguel.

A mi llegada, el observatorio, perteneciente a la orden jesuítica, se encontraba todavía casi desierto; estaba situado dentro de un gran predio próximo a la ciudad de San Miguel ocupando la parte nordeste de él (con la Ruta 22 a su frente Este). En la parte sudeste se encontraba el gran edificio de un seminario y Universidad de Teología, llamado Colegio Máximo y a los fondos de ambos, quintas y un cementerio. El Observatorio contaba con tres grandes pabellones de dos pisos y un edificio en torre que contenía un espectro-heliógrafo, instrumento de gran porte y costo usado para estudiar la activad solar. También hacia los fondos había una modesta cúpula con un telescopio. En el Colegio Máximo, en cambio, residían muchos sacerdotes y seminaristas. La razón de la existencia de esta infraestructura desmesurada para su población se debía a otra época de grandeza de la institución, construida en situaciones similares a la nueva bonanza que se avecinaba[16].

En ese momento el Observatorio albergaba a un pequeño grupo de investigadores y técnicos, pero se estaba gestando su integración a la Comisión Nacional de Estudios Geo-Heliofísicos (CNEGH) y su expansión como su centro piloto, lo cual se concretaría a comienzos del año siguiente (1970), de lo cual hablaré más adelante.

A mi arribo, la IBM 1620 ya estaba instalada en una sala de uno de los pabellones. En vista a aprender a usarla, comenzamos a trabajar con el Ing. Ignacio Ferreira, que no tenía ninguna experiencia previa en computación, estudiando sus manuales y haciendo las primeras pruebas.

### 3.1 Breve descripción de la IBM 1620

La computadora del Observatorio sólo tenía como periféricos una perforadora y lectora de cinta de papel y una máquina de escribir eléctrica (que servía de consola de comando e

[16] Durante el primer intervalo en que el general Juan Domingo Perón ocupó la Presidencia de la Nación, 1946 a 1955, otro sacerdote jesuita, el R. P. Juan A. Bussolini (director del Observatorio hasta su fallecimiento en 1967), tuvo gran influencia sobre el Presidente. Bussolini apoyó las investigaciones de Ronald Richter, científico austriaco refugiado en Argentina al terminar la segunda guerra mundial, quien sostenía que mediante cierta experiencia había logrado, la entonces anhelada, fusión nuclear. Para apoyar sus investigaciones se fundaron la DEA Dirección de en Energía Atómica y el Centro Atómico de Bariloche que luego darían origen a la Comisión Nacional de Energía Atómica y al actual Instituto Balseiro (este período y la demostración dada por Balseiro del error de Richter están tratados en [13] y [14]). En ese momento, merced al apoyo de Bussoloni, se construyeron los referidos pabellones del Observatorio, como institución de apoyo a las investigaciones nucleares. En él se fabricaron entonces los primeros contadores Geiger argentinos, también se instaló una cámara de niebla y un acelerador de partículas, dando ocupación a numerosos técnicos e investigadores. Posteriormente esas actividades se interrumpieron y el Observatorio quedó casi desocupado. El Dr. Mariano Castex jugará en la época de la narración un rol similar al que Bussollini jugara en aquel entonces

impresora[17]). Su CPU tenía un panel frontal con luces indicadoras, llaves y selectores. Estos elementos permitían visualizar sus registros y cargar valores en ellos. La 1620 era una máquina decimal. Cada dígito tenía 6 bits: cuatro (numéricos) permitían albergar las representaciones en BCD de los diez dígitos decimales (0 al 9), el quinto bit era la marca de fin de campo o de palabra (Flag bit), ya que la palabra era de longitud variable. El sexto era el bit de paridad (Check bit) usado para detectar fallas (debe ser 1 si la cantidad de unos de los otros bits es par y 0 en el otro caso). El check bit no tiene representación gráfica, mientras que la configuración de los cuatro bits numéricos se representan con la cifra decimal correspondiente a su valor binario y la presencia del Flag bit, escribiendo una línea sobre el dígito, pero por problemas tipográficos aquí representaremos la presencia de ese bit subrayando al dígito correspondiente.

La memoria de una IBM 1620 básica era de 10.000 dígitos, mientras que la del Observatorio tenía un módulo adicional, contando con 20.000 dígitos.

Para dar una idea de su capacidad, comparable con las actuales medidas: la memoria podía contener a lo sumo 1.666 instrucciones (1,6 K instrucciones).

Daré tres ejemplos para aclarar cómo se configura un dígito:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Número de bit | 0 1 2 3 4 5 | 0 1 2 3 4 5 | 0 1 2 3 4 5 |
| Valor del bit | 1 0 1 0 1 0 representa a 3 | 1 0 0 1 0 1 representa 9 | y 0 0 0 1 0 0 a 8 |

El formato de las instrucciones es de dos operandos:

código operando-destino operando-fuente

La dirección de un campo es la de su último dígito. Un campo (o palabra) se extiende en la memoria, de derecha a izquierda a desde su dirección (dígito más a la derecha) hasta encontrar la primera marca de fin de campo.

Si un campo tiene marca de fin de campo en 1 en su último dígito (el de su dirección) significa que su valor es negativo, mientras que si se trata de una dirección, ello significa que es indirecta, así:

Si la dirección 01000 contiene el campo 00200
y la " 00200 " 00063
1000 apunta al campo 00200 mientras que 1000 apunta al campo 00063

El orden de los dígitos es cíclico. Así, en una memoria de 20.000, dígitos el anterior al de dirección 00000 es el de dirección 19999.

La instrucción mover un campo a otro MOV A, B (mover el contenido de B a la dirección A) tiene código 26 y la mover en modo inmediato MOVI A, B (mover el valor B a A) tiene código 16.

Por lo tanto, si la instrucción 16 00010 00000 comienza en la dirección 0, el último dígito del segundo operando tendrá dirección 11, luego, al ejecutarse, el 0 de la posición 11 se moverá a la 10, luego el mismo 0, ahora en la 10, se moverá a la 9 y así sucesivamente, hasta sobrescribir el 0 sin detectar el fin del campo y así continuará hasta

[17] Otras configuraciones de la IBM 1620 (como la de la Universidad Nacional de Tucumán), agregaban a ese equipamiento básico: lectora y perforadora de tarjetas, discos, impresora de línea y *plotter*.

que llegue a la dirección 0, de allí lo hará a la dirección 19999[18] y continuará dando vueltas por toda la memoria indefinidamente, hasta que se detenga el proceso forzadamente.

Obsérvese lo peligroso de esta situación: ¡una sola instrucción puede generar un ciclo infinito y alterar todo el contenido de toda la memoria!, aunque ella parece estar bien formada. No obstante, el uso de esta técnica era exigido como paso previo a la lectura del compilador FORTRAN, para borrar la memoria completa; así el compilador podía aprovechar la precondición de que toda la memoria contenía ceros y reducir la tarea de inicialización de sus variables de trabajo.

La memoria de la IMB 1620 era de núcleos magnéticos. Trabajaba con una temperatura estabilizada por encima de la del ambiente; se exigía acondicionar el ambiente a 25 grados centígrados y la memoria se mantenía a una temperatura constante algo superior, mediante una resitencia, si la temperatura salía de su rango, la computadora se detenía. Esto obligaba al encenderla a esperar el tiempo necesario para que entrara en calor antes de poder usarla. Generalmente unos 20 minutos y hasta 40 en días muy fríos.

### 3.2 Comentarios sobre la arquitectura de la IBM 1620

La IBM 1620 poseía de un compilador Fortran, un ensamblador (*assembler)*, el SPS (*Symbolic Programming System*) y sus configuraciones con discos, también de un monitor, embrionario sistema operativo *batch.* Sin embargo la arquitectura parecía pensada para facilitar su programación directa y que sus diseñadores descartaban que un operador pudiera usar otros sistemas de numeración que no fueran el decimal. Sino, no se puede comprender que, en una época en que la memoria era muy costosa, se desperdiciara tanta cantidad de bits, por aferrarse al sistema decimal. Obsérvese que con los cuatro bits numéricos de un dígito se logran 16 combinaciones distintas, pero de ellas se aprovechan sólo 10. Las experiencias posteriores demostrarían lo contrario; uno se acostumbraba a a trabajar en binario, usando el sistema octal o el hexadecimal, sin mayores inconvenientes.

## 4 La Comisión Nacional de Estudios Geo-Heliofísicos (CNEGH) y su Observatorio piloto, Observatorio Nacional de Física Cósmica (ONFC).

En el año 1968 se creó la Comisión Nacional de Estudios Geo-Heliofisicos.[19] Su Presidente fue el Dr. Mariano Castex, sacerdote jesuita, médico e investigador vinculado

[18] Suponiendo que la memoria total es de 20.000 dígitos (direcciones 0,1,…19.999), entonces en el orden cíclico de lamemoria al último dígito de dirección 19999 sigue el proimero de dirección 0

[19] La CNEGH se constituyó por la ley 18480, como transformación de la Comisión Nacional del Año Internacional del Sol Quieto. Esta comisión había sido a su vez creada para realizar estudios solares en el año de mayor calma de su actividad (1964-1965) y canalizar los fondos internacionales disponibles para realizar observaciones y estudios en el hemisferio sur.

al Colegio Máximo de San Miguel, que tenía acceso directo al presidente de facto Juan Carlos Onganía, como uno de sus asesores. Con respecto a la integración del Observatorio de San Miguel a la CNEGH, dice el Dr. Castex[20] que cuando se lo propuso a Onganía, se interesó en el tema y que "De esta conversación surgió la idea de aprovechar la valiosa infraestructura, habilitando un importante Centro de Investigación multidisciplinario e intentar instalar allí algunos de los científicos alejados tras los sucesos universitarios de 1966". Esto parecería mostrar una intención reparadora sobre la fama de destructor de la ciencia adquirida por Onganía con la Noche de los Bastones Largos. Lo cierto es que al Observatorio se incorporaron renunciantes del 66, muchos de ellos regresando al país para ello y también es cierto que se incorporaron científicos y técnicos de toda la amplia gama de ideologías de la época, de la extrema izquierda a la derecha.

Observatorio Nacional de Física Cósmica[21] (ONFC).

La nacionalización del Observatorio aparejó su rápido crecimiento; en su publicación "Programa Científico y Cultural" [16] se describe su estructura original, formada por los siguientes Departamentos científicos (a su denominación sigue el nombre de su Jefe inicial): Radio Heliografía ( Ing. Manuel A. Greco[22]), Óptica Solar (Lic. Hugo Grossi Gallegos), Radiación Solar (Lic. Rodolfo Fernandez), Geofísica (R.P. Carlos Esponda), Atmosféricos (Lic. Carlos Hofman), Biogeoheliofísica (Dr. Horacio Denari), Investigaciones Aplicadas (Ing. Eduardo Miller). Posteriormente se agregaron los departamentos de: Contaminación Ambiental (Lic. Nicolás Mazzeo), Energía Magneto Hidro Dinámica (Dr. Enrique Distéfano), Materiales Magnéticos (Dr. Carlos Abeledo), Energía Solar (Ing. Alfredo Rapallini) y Semiconductores (Dr. Iván Chambouleyron) y Matemática Aplicada (Ing. Pedro Zadunaisky).

**4.1 La Computación dentro del Departamento de Investigaciones Aplicadas.**

A partir de la constitución del ONFCS quedé como jefe del Grupo de Computación, dependiente del Dpto. de Investigaciones Aplicadas, al grupo se incorporaron como investigadores: Aurora Masip, Luciano Delice y Hernán González y como técnicos: Raúl Polti y Mauricio Strauchler.

Se estableció un contrato con la Facultad de Ingeniería de la UBA para poder utilizar su Centro de Cómputos, que disponía de una IBM 360 Modelo 40 con 256 KB, sistema operativo DOS, discos, cintas magnéticas y unidades de tarjetas perforadas. Esto permitía que se pudieran procesar allí aquellos programas que rebasaran a la IBM 1620. También se instaló una perforadora de tarjetas y otra de cinta de papel, para que pudieran usarlas los usuarios directamente.

El tiempo de los miembros del grupo se dividió entre la prestación de servicios, por un lado, y estudio y desarrollos propios del grupo, por otro. También comenzamos a recibir

[20] En su libro "El Escorial de Onganía" [18]
[21] Por el decreto 233/1970 ([16])
[22] El Ing. Manuel A. Greco también ocupaba el cargo de Director de Planificación y Transferencia de la CNEGH

las publicaciones de la ACM y a formar una biblioteca. Más tarde yo asistí al primer curso de Lenguajes Formales del IC[23] de la UBA y lo retransmití a mis compañeros de grupo.

Nuestro primer desarrollo fue un programa de depuración (*debugging*) para la 1620, programa que por otra parte permitió terminar de conocer en detalle su arquitectura, ya que debía simularla. Este programa también nos permitió hacer lo que hoy llamaríamos ingeniería reversa y modificar al Compilador para agregarle algunas funciones de uso frecuente (El Fortran que teníamos, anterior al Fortran II, no brindaba la facilidad de definir procedimientos, llamados subrutinas en la época, o funciones)[24] [21].

A este trabajo siguió un *cross compiler* de un subconjunto del Fortran, implementado sobre la 1620, para la *Programma 101* (ya mencionada y con la que también contaba el Observatorio). Este primer compilador fue desarrollado en forma heurística, pues aún no dominábamos las técnicas de compilación existentes, e implementado en SPS ([20]). El compilador funcionó bien, pese a nuestra ignorancia inicial, y fue liberado al uso del Observatorio y presentado como "Desarrollo de un compilador para una computadora de mesa" en las Primeras Jornadas Latino Americanas de Computación, organizadas por la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) –Bs. As. 1971-. Durante la realización de estos trabajos, nuestro grupo se convenció de la importancia que podía tener para el desarrollo de nuestro país el *know-how* de las técnicas de desarrollo de software de base y decidimos trabajar en el tema.

**4.2 El Departamento de Matemática Aplicada**

El mayo de 1971, el Ing. Pedro Zadunaisky[25] presentó a la CNEGH una nota solicitando su incorporación. El expediente me fue girado[26] para que opinara, lo apoyé enfáticamente y fue incorporado. Se creó el nuevo Departamento de Matemática Aplicada, bajo su dirección, del cuál pasó a depender el grupo de Computación, que se dividió en una parte conducida directamente de Zadunaisky y un "Grupo de desarrollo de software de base" a mi cargo e integrado además por Raúl Polti y Mauricio Strauchler.

Para evitar los 45 minutos promedio que requería la compilación de un programa FORTRAN en la 1620 (ya que el programa objeto debía perforarse y ser leído sobre cinta de papel) desarrollamos un interprete BASIC para la IBM 1620. Este trabajo tenía la seria restricción impuesta por la escasa cantidad de memoria disponible, lo cual obligó a un cuidoso estudio de representación de las estructuras usadas y a usar tres niveles de gramáticas: una gramática LL(1) para las sentencias, una sub-Gramática de Precedencia de Operadores para las expresiones y obviamente, una Gramática Regular para los

[23] Por esa época y por presión del alumnado el IC comenzó a modernizar su plan de estudios y contrato al Ing. Esteban Ditada que dictó el curso de Lenguajes Formales (cap. 9, pag. 161 de [3]) y más tarde a Luis Trab que dictó Compiladores, curso en que colaboré invitado por él.

[24] El Fortran II, que ya incluía esas facilidades sólo corría en maquinas con lectora y perforadora de tarjetas, de las que la nuestra carecía.

[25] Investigador de prestigio internacional, que había calculado efemérides de planetas y en la época de la "carrera espacial" las orbitas de tres satélites para la NASA.

[26] Nota del Director Interino de Planificación y Evaluación Mario Albornoz el 11/5/1971

componentes léxicos (*tokens)*. Estos niveles se correspondían con sendos módulos: el primero invocaba únicamente al segundo y éste, llamando al tercero, devolvía el componente léxico significante de *expresión* (y a demás la compilaba para obtener su valor) o retornaba un componente léxico simple. El trabajo fue presentado en las Segundas Jornadas Latino Americanas de Computación –Bs. As. 1974 – como "Implementación de un sistema conversacional" ([19]) y transferido a otros dos centros, usuarios de IBM 1620 (la Univ. Nacional de la Plata y el Inst. Geográfico Militar).

En 1973 se adquirió una computadora, que estuvo disponible el año siguiente. Era una Digital PDP 11/34 con 32Kb de memoria, 2 discos, lectora y perforadora de cinta de papel y lectora de tarjetas perforadas, esto significó para nosotros "entrar en la modernidad" su arquitectura básica tenía para mí la belleza clásica de un templo dórico: ocho registros manipulables igualitariamente, incluyendo al *Program Counter*, un sistema jerárquico de prioridades para los periféricos y una prioridad determinada por software para el proceso,. El ensamblador (Macro-11) combinaba elegantemente todas las facilidades y brindaba poderosas facilidades de macro expansión.

El grupo ya había creado vínculos con otros interesados en el desarrollo de compiladores y otras herramientas de Software de Base. Esto atrajo como visitante al Dr. Gregorio Chaitin (actual investigador emérito del IBM Watson Research Center) y permitió contratar a: Daniel Messing (que se había doctorado en la Universidad de Essex-UK y tuvo importante participación en la calificación del grupo), Armando Haeberer (luego doctorado en la PUC de Río de Janeiro y funcionario de la Universidad de las Naciones Unidas), Eduardo Sontag (luego premio Bode y profesor de la Univ. de Rutgers) y Elisabetha Rossenfeld. En esa época recibimos una copia del lenguaje para desarrollo de herramientas de software (familia de lenguajes a los que se denomina SPL, *Systems Programming Languages)* STAB, realizado en la Universidad Escocesa de Strathclyde, para la PDP 11. Con él se implementó un compilador de BCPL (otro SPL) antecesor de C muy difundido en la época.

En 1975 FATE Electrónica[27] licitó el desarrollo de software para su línea de mini-computadoras "Serie MIL", nuestro grupo resultó pre-adjudicatario de la implementación del compilador COBOL. Recibimos la noticia, rebosantes de alegría. Pero poco tiempo después en junio de 1975 una crisis económica (apodada "El rodrigazo"[28]) resintió seriamente la económica nacional y más tarde FATE desactivo el proyecto (capítulo 11 de [3]).

El 24 de marzo de 1976 se produjo otro golpe militar, encabezado por el general Jorge Videla. Se inició la dictadura conocida cómo "El Proceso". Ella iba a sumir a la Argentina en un sangriento y desquiciado período que acabaría luego de la Guerra de las Malvinas. Inmediatamente después del golpe el Observatorio fue intervenido y su personal raleado

[27] FATE era una antigua empresa nacional con alta tecnología, que fundó Fate Electrónica y Aluar.
[28] Así llamado por C. Rodrigo, entonces, ministro de Economía de Isabel Perón.

mediante la llamada Ley de Prescindibilidad[29], Algunos miembros de nuestro grupo fueron cesanteados y a partir de este hecho él se fue desmembrando.

Tiempo después el Observatorio fue transferido a la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE) y se convirtió en el Centro Espacial San Miguel.

## 5 Epílogo y una conclusión

Lo que habíamos aprendido en el grupo del Observatorio no cayo en saco roto. Luego de su disolución, con algunos compañeros constituimos la empresa *Softlab SRL*[30], y luego *Infos S.A.* en las que desarrollamos compiladores y otros soportes de *software* para algunos emprendimientos industriales argentinos, que crecieron cuando las condiciones fueron favorables. También pudimos aplicar nuestra experiencia en el ámbito universitario. La nuestra no fue una excepción de reubicación de miembros de la CNEGH dentro nuestro país o de Latinoamérica. Entre otros casos puedo citar los siguientes: parte del Depto. de Energía Magneto Hidro Dinámica, liderada por Enrique Distéfano, fundó la empresa Tecnología Buenos Aires (TBA) que innovó en el uso de plasma para soldadura, desarrollando y produciendo equipos de soldadura *plasma-jet* de alta precisión, que comercializó exitosamente, TBA también desarrolló íntegramente un robot para soldar (Tatú). Carlos Abeledo ocupó la presidencia del CONICET, Manuel Greco fue Director del Programa Nacional de Informática y Electrónica durante el gobierno de R. Alfonsín e Iván Chambouleyron fue Prorector de Investigaciones de la Universidad Federal de Campinas (Brasil).

Esta caminata ha transitado por construcciones científico-tecnológicas y luego por sus ocasos (el brillante período universitario de 1958 a 1966, finalizado con la Noche de los Bastones Largos; la construcción de la CNEGH y el ONFC iniciada en 1970 y su desmembramiento en 1976). Lamentablemente, este fenómeno pendular de la política científica argentina[31] se ha extendido a toda mi trayectoria, que luego pasaría por otros avances y retrocesos.

Si el progreso hubiera sido continuo, sin duda, hoy nuestra realidad nacional sería más venturosa. Pero pese a todo se ha avanzado. Cada paso adelante, aunque el siguiente haya sido un retroceso, ha permitido encarar mejor la construcción siguiente. Así, con dolor, pero también con esperanza, he ido consolidando la siguiente conclusión:

Los latinoamericanos no podemos cejar en el esfuerzo por construir los basamentos de nuestra independencia y desarrollo. Aunque que tengamos que volver a transitar el camino recorrido... después de todo, siempre se avanza mejor sobre suelo hollado.

---

[29] La Ley 21.274/76, dictada por *El Proceso*, y conocida como ley de "prescindibilidad" permitía dejar cesante (declarado prescindible) discrecionalmente a cualquier agente del Estado. Esta ley fue usada extensivamente para eliminar los empleados no bien vistos por la dictadura.

[30] Empresa sin vinculación con una homónima existente en la actualidad.

[31] Un estudio de casos de esta política pendular se presenta en [22]

**Referencias**


1. Rotunno C., Díaz de Guijarro E. (compiladores): La construcción de lo de la posible, Libros del Zorzal (2003).
2. Babini N.: La Computadora en la Argentina, crónica de una frustración, Editorial Dunken (2003).
3. Aguirre J, Carnota R. (compiladores): Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe: Investigaciones y testimonios, Editorial Universidad Nacional de Río Cuarto, noviembre de (2009).
4. Brooker R.A., Richards B., Berg E., Kerr R. H.: Mercury Autocode Manual, CS 242A, Ferranti Ltd, 2nd ed. (1961).
5. Aspray W.: John von Neumann y los origenes de la Computación moderna, Editorial Gedisa (1993).
6. Old calculators Museum: Programma 101 General Reference Manual, http://www.oldcalculatormuseum.com/m-op101man.html.
7. Pratt T. W.: Programming Languages, design and implementation, Prentice Hall Inc. 2nd edition, (1964).
8. Hastings C.: Approximations for Digital Computers, , Princeton Univ. Press (1955).
9. Abramovitz M., Stegun I.: Handbook of mathematical functions, Dover Press (1972).
10. Cereijido M.: La nuca de Houssay, Fondo de Cultura Económica, México (2000).
11. Pigna F., Seoane. M.: La Noche de los Bastones Largos: Numero especial, Revista Caras y Caretas Fundación Octubre, Buenos Aires (2006).
12. Iverson K.: A Programming Language, John Willey and sons (1962).
13. Dávalos A., Badino N.: J. A. Balseiro, crónica de una ilusión., Fondo de Cultura Económico, Argentina (1999).
14. Mariscotti M.:El secreto atómico de Huemul, Estudio Sigma SRL, Buenos Aires (2004).
15. IBM 1620 FORTRAN (with FORMAT), International Business Machine Corporation (1963).
16. Observatorio Nacional de Física Cósmica. Programa Científico y Cultural, Imprenta del Observatorio Nacional de Física Cósmica, San Miguel (1970).
17. Hubo represión policial en la Zona Céntrica, Diario La Razón, 23 de agosto (1966).
18. Castex M.: El Escorial de Onganía, Editorial Hespérides, Buenos Aires (1981).
19. Aguirre J., Pólit R., Strauchler M.: Desarrollo de un Sistema Conversacional,– Acta Scientifica Num. 31, (1972).
20. J. Aguirre, Pólit R., Strauchler, M., Gonzalez H.: Desarrollo de un Compilador para una Computadora de Mesa, Acta Scientifica Num. 40 (1974).
21. Aguirre J., M. Strauchler, Pólit R., Gonzalez H., Delise L., Massip A.: Modificación del Compilador FORTRAN 1620 y adición de subrutinas intrínsecas, Acta Scientifica Num. 27, (1971).
22. Rupturas y Reconstrucción de la Ciencia. Editado por la SECyT, la SDH y la UNESCO. Buenos Aires (2007)

# JIAP, 20 años difundiendo tecnología

Luis Amil, Carlos Gera, Carlos Beiro y Juan Piaggio

Asociación de Informáticos del Uruguay
Guaná 2236 Bis, C.P. 11.300, Montevideo, Uruguay
Teléfono: (+598) 2402 9719 {lamil, cgera, cbeiro, jpiaggio}@asiap.org

**Abstract.** Este documento reseña la historia, desarrollo e impacto de las JIAP, abordando el tema desde varias ópticas diferentes. Realiza una cronología de los hechos que derivaron en la creación de este evento, su evolución, vigencia, logros significativos y reconocimientos que ha recibido durante sus primeros 19 años de existencia. Describe el evento, sus objetivos iniciales, y los logros obtenidos. Presenta los puntos de vista de los primeros actores, y examina las circunstancias de creación y sostenimiento en el tiempo, presenta algunas reflexiones y análisis que explican y justifican el éxito de este emprendimiento.
**Abstract.** This paper reviews the history, development and impact of JIAP, approaching the topic from several perspectives. Make a timeline of the events that led to its creation, development, validity, significant achievements and awards that has received during its first 19 years of existence. Describe the event, its initial objectives and achievements. It presents the views of the leading actors, and examines the circumstances of creation and maintenance over time, made some considerations and analysis to explain and justify the success of this enterprise.

**Keywords:** Historia, Uruguay, JIAP, Jornadas de Informática, TICs, Tecnología, AsIAP.

## 1 Agradecimientos

En primer lugar a los protagonistas de esta historia, los que están y los que ya no nos acompañan, por el legado que nos dejaron.

Al Dr. Jorge Vidart por habernos incitado a escribir esta historia, y haber contribuido con su testimonio al desarrollo de la misma.

A los fundadores de las Jornadas que brindaron sus testimonios para que este documento pudiera recoger la visión de los que iniciaron las JIAP: Fredy Bentancurt, Susana Caffarini, Gonzalo Olivera, Enrique Soria y Félix Ugartemendía.

A los directivos de AsIAP que contribuyeron con sus recuerdos y en la corrección de este texto: Daniel Giammarchi, Hebert Melgar, Humberto Nazzari, Mercedes Tarabal y Jorge Veloso.

A los asistentes a las JIAP[1] que son los que en última instancia, determinan y dan razón de ser a las mismas; nos impulsan a seguir en este desafío y esperan encontrar cada año una JIAP con propuestas más ajustadas a sus necesidades.

## 2 Introducción

La Historia es una disciplina del conocimiento que tiene como objeto el estudio del pasado. El uso del término historia lo hace equivalente a cambio en el tiempo. En ese sentido se contrapone al concepto de filosofía, equivalente a esencia o permanencia. Para cualquier campo del conocimiento, se puede tener una perspectiva histórica –descripción del cambio- o bien filosófica -su esencia-.

Intentaremos aplicar ambas perspectivas simultáneamente dado que no somos ni historiadores y mucho menos filósofos. Aplicaremos la perspectiva histórica, analizando la evolución de las Jornadas y fundamentalmente su crecimiento; y la filosófica, tratando de rescatar la esencia que motivó a los pioneros, hace casi 20 años, a emprender un desafío de estas características.

El vértigo con que ocurren los cambios tecnológicos en la industria de las TICs [1] y las trasformaciones que estos cambios han producido al mundo en que vivimos, hace que el estudio de la historia de las TICs sea válido por su impacto social, así como también vigente a pesar de su corta "vida" y, por ende, con pocos documentos formales.

Debido a lo reciente de los acontecimientos, la historia de las TICs es un caso singular de estudio, porque algunos hechos pueden ser relatados por los propios protagonistas (el sueño de cualquier historiador hecho realidad). Si bien todo relato encierra en mayor o menor medida cierto grado de subjetividad por parte del narrador, siempre es preferible que los propios protagonistas sean los que relaten su visión de los acontecimientos.

Desde el principio nos entusiasmó la propuesta y el desafío que nos planteó el Dr. Vidart de presentar en este Simposio la historia de las JIAP (Jornadas de Informática del Uruguay, originalmente Jornadas de Informática de la Administración Pública), uno de los proyectos más importantes y exitosos de nuestra asociación.

En esta presentación documentaremos una parte muy importante de la historia de nuestra propia asociación profesional, pero también nos da una excelente oportunidad para iniciar un análisis comparativo, desde el punto de vista histórico, de la evolución e implantación de estas tecnologías en Uruguay.

Muchos lectores serán personas jóvenes que se sorprenderán de cómo se podía vivir y trabajar hace pocos años atrás sin los recursos tecnológicos de hoy -hasta nosotros nos lo preguntamos a veces- pero muchos otros seguramente se identificarán como actores de este proceso y recuerden con añoranza un tiempo no tan lejano.

Considerando las particularidades de la historia de las TICs, el mejor formato para relatarla sea probablemente el de crónica.[2]

---

[1] La historia de la informática tal como la conocemos apenas alcanza a 60 años. La primer máquina que puede asimilarse a una computadora fue la ENIAC en 1947, con más de 18.000 válvulas y con 200 kw de consumo.

[2] La **crónica** narra hechos históricos en orden cronológico. La palabra crónica viene del latín *chronica*, que a su vez se deriva del griego *kronika biblios*, es decir, libros que siguen el orden del tiempo. En una crónica los hechos se narran según el orden temporal en que ocurrieron, a menudo por testigos presenciales o contemporáneos, ya sea en primera o en tercera persona.

Las JIAP no son un hecho del pasado, sino que permanecen en el tiempo "gozando de muy buena salud". Por ello, la visión histórica se transforma en una visión de continuidad permanente, que trataremos de describir a través de instantáneas que permitan comprender el fenómeno del evento en sí y faciliten la comprensión de los hechos que vamos a desarrollar.

## 3 JIAP: Ficha técnica

Las JIAP son un evento de capacitación e intercambio de la última información disponible y de la aplicación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (o sea, del "estado del arte" en las TICs), de acceso libre y gratuito, de tres días de duración, donde se presentan unas 60 conferencias de primer nivel a las que asisten más de 4.000 participantes con las siguientes características:

- El **Público Objetivo** en sus inicios estaba restringido a los informáticos de la Administración Pública. Hoy es toda aquella persona cuyas actividades e intereses estén comprendidos en las áreas de tecnología.
- El **Ámbito de Ejecución** fue en la capital, se extendió a nivel nacional, y actualmente no descartamos proyecciones puntuales hacia la región "customizando" la propuesta.
- **Tiempos de Ejecución**. Es un evento anual, que se realiza al comienzo del segundo semestre, de tres días de duración.
- **Tema**. Cada año la Asociación y los principales CIOs del País seleccionan un tema central de las Jornadas, que consideran de importancia para los profesionales en el futuro próximo. A su vez guía a los expositores, a la comisión de programa y al comité académico que la respalda en la definición del contenido de las conferencias[3].
- El **Programa** tiene un perfil esencialmente técnico y académico, equilibrando las conferencias, talleres, seminarios, mesas redondas y presentaciones de trabajos de acuerdo al esquema definido, haciendo foco en las tecnologías que estén vinculadas al tema de las Jornadas. Se trata de incluir contenidos provocadores, que muestren oportunidades o riesgos involucrados en el desarrollo tecnológico.
- **Muestra de bienes y servicios**, con un perfil netamente comercial de exposición de productos y servicios por parte de las empresas participantes. Se realiza mediante stands, aportándoles a los asistentes una visión de lo que ofrece el mercado.
- Las **principales metas** de las Jornadas son las siguientes:
    - Difundir las tecnologías emergentes en informática y comunicaciones.
    - Presentar casos de éxito para fomentar el intercambio de ideas entre profesionales con problemas similares.

---

[3] Ver listado completo de los temas en la sección 6.1

  - Crear un modelo que pueda replicarse tanto en el interior de nuestro país, como en otros países de la región.
  - Crear un ámbito preferencial y referente donde se reúnen los profesionales de TICs.
- El objetivo general es crear un **espacio para que los profesionales en informática y tecnología** puedan:
  - Intercambiar experiencias exitosas generadas en su actividad cotidiana, presentar trabajos y exponer soluciones.
  - Recibir información de alto contenido académico sobre el "estado del arte" en las TICs, mediante ciclos temáticos, cursos y conferencias.
  - Participar en foros, talleres, mesas redondas, tribunales de concursos y evaluación de trabajos.
  - Expresar sus opiniones sobre aspectos de la realidad y el futuro tecnológico.
- Las JIAP son **organizadas** por AsIAP [2] (Asociación de Informáticos del Uruguay, asociación civil sin fines de lucro). En sus inicios coorganizadas con CO.NA.D.I. (Comisión Nacional de Informática)[3] Órgano del Estado que funcionó en la órbita de la O.P.P. (Oficina de Planeamiento y Presupuesto), hasta su desaparición en 2005.
- A través del tiempo, las Jornadas han recibido muchos **apoyos**. Vale la pena destacar algunos por su importancia:
  - Declaración de Interés Nacional y Departamental.
  - Presencia de Presidentes de la República, Ministros, Intendentes Departamentales, Autoridades Nacionales, Rectores de la Universidad de la República y de Universidades Privadas, Directores y Gerentes Generales de empresas del Estado, y Directores de Informática (CIOs) entre otros.
  - Apoyo institucional de las principales universidades del país, con presentaciones e integración del Comité Académico.
  - Participación de las áreas de TICs del Estado y privados, presentando trabajos, difundiendo las Jornadas, facilitando y estimulando la concurrencia de sus técnicos y profesionales.
  - Participación de los profesionales de informática y comunicaciones honorariamente en las distintas Comisiones de Trabajo y concurriendo a las Jornadas.
  - Patrocinio de Empresas privadas, que exponen productos y servicios.
- Si tomamos como indicador de **crecimiento** el número de participantes, las Jornadas pasaron de un centenar de participantes en 1992 a cerca de un millar en el 2001, y superaron los 4000 desde 2007, lo que sin dudas evidencia un crecimiento sostenido. Si se toma como indicador las empresas que exponen bienes y servicios o el número de conferencias, el crecimiento también ha sido sostenido. Siempre se ha conservado el nivel técnico-académico de conferencias y foros, así como la cantidad y calidad de trabajos presentados, manteniendo la diversidad y profundidad de temas tratados.

Al día de hoy, las JIAP son el único evento en Uruguay relacionado con las TICS, libre, independiente y plural, en el cual todos los que cumplen con el formato y las

condiciones establecidas de antemano pueden expresar sus opiniones, teorías y casos de éxito. También son el único evento en TICs a nivel Nacional realizado por 19 años consecutivos.

## 4 Entorno histórico tecnológico

Las JIAP nacen en 1992, por lo cual el momento tecnológico a analizar, es el fin de la década del 80, la década del 90 y los primeros años del siglo XXI.

**La década del 80** fue particularmente fructífera en materia de TICs en Uruguay. En esta década comienzan a aparecer en el mercado los minis, que ampliaron el número de empresas que podían utilizar la informática. Se comenzaron a ver equipos como los SISTEM 3, 34 y 38 de IBM, los 990 de Texas Instruments, la línea PDP de Digiral, los Century y generaciones siguientes de NCR. Estos minicomputadores, se instalaron en algunos organismos del Estado y en varias empresas privadas. La Universidad de la República abandonó su viejo 360 /44 por un equipo Burroughs.

Se crea el PEDECIBA (Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas).

Se promulga la ley 15.661 de Universidades Privadas, y comienza a funcionar la Universidad Católica Dámaso Antonio Larrañaga. Posteriormente se aprobarán por esta misma ley la Universidad ORT y el Instituto Universitario Autónomo del Sur.

A mediados de los ochenta apareció la computadora personal, la PC de IBM.

La PC se vuelve "user friendly" en los noventa cuando aumenta su potencia de forma radical, permitiendo su uso con fines productivos. Comenzaron a sustituirse las terminales de los "mainframes" por redes de PCs.

Estos PCs nacen sin disco duro, con una memoria de 64/128k y una sola unidad de diskette, de aquellos grandes de 5 y ¼ de pulgada.

**Al inicio de los 90**, Uruguay estaba transitando su segundo gobierno democrático (el primero entre 1985 y1990 y el segundo entre 1990 y1995).

Las empresas del Estado y los Ministerios, basaban su infraestructura tecnológica en mainframes tipo IBM /370 o 4331 y 4341. En el mercado ya habían aparecido los mini, y los PC estaban apareciendo en la escena de las empresas públicas.[4] En ese entorno nacen las primeras JIAP.

[4] Si bien el primer registro que se conoce del término "computadora personal" apareció en la revista New Scientist en 1964, en una serie de artículos llamados "El mundo en 1984", la primera generación comenzó a fabricarse en los años setenta. Eran mucho menos potentes que las computadoras de las empresas de aquel entonces, y en general eran utilizadas por los aficionados a la informática para jugar. Fue el lanzamiento de la hoja de cálculo VisiCalc, en principio para Apple II y después para el IBM PC, la verdadera aplicación que logró convertir a la microcomputadora en una herramienta de trabajo. El bajo costo de las computadoras personales le hizo adquirir una gran popularidad tanto para las familias como para los trabajadores en los años ochenta.- aunque la reducción de costos llego a Uruguay a fines de los ochenta.

En Uruguay las comunicaciones no existían[5], la movilidad era cara y con poca potencia, los desarrollos en las empresas del Estado se hacían "in house" y no era común la tercerización.

En ese ambiente, las empresas del Estado, que habían comenzado a nutrirse con profesionales egresados de la Facultad de Ingeniería, habían desarrollado varias aplicaciones muy interesantes con sus propios recursos.

No se había desarrollado Internet en Uruguay, no había correo electrónico, las aplicaciones eran en su mayoría "batch", aunque algunas empresas grandes del Estado ya contaban con algún sistema de Teleproceso (el Banco República desde 1982 y el Banco Hipotecario desde 1983, por ejemplo). Cuando se utilizaban terminales, eran manejadas por digitadores profesionales.

Con este entorno fermental, surge la idea de las primeras Jornadas de Informática, buscando generar un ámbito de acercamiento y de intercambio para esta nueva actividad que estaba creciendo fuertemente.

**En la segunda mitad de la década**, con el desarrollo de Internet, comenzarían a aparecer las tecnologías que cambiarían en forma irreversible el uso de las tecnologías de informática y comunicaciones en las empresas.

Se empezó a utilizar el término TICs que muestra la convergencia entre las dos tecnologías[6].

En esta segunda mitad, aparecen Windows 95, Internet Explorer y Netscape. Surgen Yahoo, eBay y comienza el comercio electrónico.

Las JIAP comienzan a proponer un tema central y abordan temas como Calidad, interconexión de organismos públicos, Tendencias tecnológicas y el problema del año 2000.

En Uruguay aparecieron los primeros sitios web, el correo electrónico comenzó a ser utilizado, primero en forma individual y luego en forma corporativa por las empresas. Las redes de PC se desarrollaron ampliamente, en forma descentralizada, dentro de las empresas.

La informática nunca más volvería a ser la misma, los centros de procesamiento de datos comienzan a cambiar su nombre a división tecnología o área informática. Comienza a aparecer la tecnología cliente servidor, que lenta pero inexorablemente desplazó a los procesos "batch" - que eran todo el mundo tecnológico conocido hasta el momento-, las bases de datos tipo Oracle, o Informix se popularizaron dejando de lado a las bases propietarias que vendían los fabricantes de Hardware. El Office comenzó a sustituir al WordStar, WordPerfet, VisiCalc y Lotus de los primeros PCs

[5] Recordaba Susana Caffarini que en un momento, CO.NA.DI (Comisión Nacional de Informática) que sesionaba en el edificio de presidencia, fue llamada al séptimo piso – oficinas presidenciales- y el Presidente de la República, el Dr. Luis Alberto Lacalle, les dice: "hagan lo necesario para que el país este informatizado". Para su sorpresa, no había forma de lograr ese objetivo con los medios del momento, no había la infraestructura de comunicaciones necesaria. Un proyecto imposible para la época, sin embargo, casi 20 años después el Gobierno implanta el Plan Ceibal, habiendo realizado en la década anterior la digitalización de todas las comunicaciones.

[6] La misma convergencia que luego se trasladará también al ambiente de las impresoras y scanners con las fotocopiadoras y más recientemente a la televisión.

pero por sobre todo, los PCs comenzaron a desplazar a la máquina de escribir y el mundo cambió a otra velocidad.

**Para fines de la década**, los PC se popularizaron, la red pasó a tener más de 1.000.000 de sitios, Se funda Google y aparece la primera versión de XML. Se produce el boom de las "puntocom". En Uruguay aparece en escena el concepto de "código abierto"[7] y el grupo de Usuarios Linux del Uruguay, que participa activamente en las JIAP hasta 2007. Nace el concepto de la Sociedad del conocimiento.

**En la primera década del siglo XXI**, las transformaciones ocurren cada vez más rápido. En la Web ya hay más de 20.000.000 de sitios, aparece Napster[8], el MP3, el comercio electrónico. La industria del Hardware sigue cumpliendo la ley de Moore[9]

Esta velocidad en los cambios ya fue pronosticada por Toffler en 1999 en la tercera ola, así como la necesidad de educar y formar a la gente para adaptarse a los cambios que esta nueva era está generando.

## 5 Evolución de Uruguay

La década del 90 fue muy importante en el plano económico. Se realizaron en muchas reformas de tipo estructural que intentaron reducir el rol del Estado y mejorar su eficiencia en la prestación de servicios.

Se procuró que el Estado interviniera menos en la fijación de precios, eliminara restricciones a la entrada y salida de empresas, y desregulara el funcionamiento de algunos mercados. Se intentó ceder al sector privado actividades en áreas que hasta el momento solo operaba el sector público, propiciando su posicionamiento y creando el marco normativo que permitiese la libre competencia.[10]

Se realizaron reformas importantes en diversas áreas:

- En materia de seguridad social, se sustituyó el sistema de reparto intergeneracional por un sistema mixto con capitalización individual,

[7] El proyecto GNU fue iniciado por Richard Stallman en 1983, buscando desarrollar un sistema operativo similar al UNIX pero de código abierto, y la comunidad venía trabajando fuertemente en el tema, solamente faltaba el núcleo del sistema operativo, hasta que aparece el finlandés Linus Torvalds que desarrolla este núcleo y bautiza al sistema operativo como LINUX a principios de los 90.

[8] Napster se crea para compartir archivos musicales creado por Shawn Fanning un joven de menos de 20 años que genera la base de datos musical más grande del mundo. De inmediato comienzan las controversias en relación a los derechos de autor con las productoras discográficas, un simple hecho que demuestra la penetración de Internet en los hogares.

[9] La ley de MOORE indica que cada 18 meses se duplica la cantidad de transistores por circuito. Fue formulada en 1965, en 1975 paso de 18 a 24 meses y en 2007 el propio MOORE le pone fecha de caducidad a su ley indicando que dejara de cumplirse en 10 o 15 años más.

[10] Sin embargo la ley 16.211, conocida como ley de Empresas Públicas, que contenía un ambicioso programa de privatizaciones, fue rechazada mediante un plebiscito popular. El domingo 13 de diciembre de 1992, se derogaron los 5 artículos más controvertidos de esta ley: 1,2,3,10 y 32.

buscando la reducción del déficit estructural en el largo plazo. Como consecuencia surgieron las AFAPs (Administradoras de Fondos de Ahorro Previsional)[4].

- En materia comercial, en 1991 Uruguay firmo con Argentina, Brasil y Paraguay el tratado de creación del Mercado Común del Sur (MERCOSUR)[5] que entró en vigencia en 1995.
- Se mantuvo la importancia del sector ganadero cuya producción fue transformada por los complejos agroindustriales. Las exportaciones se diversificaron dejando de ser productos ganaderos tradicionales para convertirse en bienes con mayor elaboración, aunque igualmente con base en el agro.
- En materia laboral, inicio un proceso de flexibilización laboral a través de una serie de cambios concretos que disminuyeron los costos de despidos, modalidades especiales de contratación a través de empresas unipersonales, entre otros.
- En materia cambiaria y de evolución del nivel de precios, la década de los 90 también fue significativa; en 1991 se inició un plan de estabilización con ancla cambiaria utilizando un sistema de bandas de flotación. Con esto se logró bajar gradualmente la inflación desde 128% en 1990 a niveles de un dígito en 1998.
- Nació la industria de las TICs, que actualmente exporta más de 300 millones de dólares. Si tomamos en cuenta el total de exportaciones anuales, supera el 5% por lo que es un número para nada despreciable.

En este marco, el país consolidó una etapa importante de crecimiento que se mantuvo hasta 1998.

Al principio de los 90s, se redefine la Comisión Nacional de Informática, que asume el rol de coordinador de las actividades tecnológicas del Estado, convoca a referentes tecnológicos de la época, y contrata consultores especializados, para facilitar la inserción de las TICs en el Estado Uruguayo. Una de sus iniciativas exitosas fue la creación de las Jornadas de informática de la Administración Pública (JIAP) en 1992.

En 1998 se manifiesta una crisis en Méjico, que se propaga rápidamente a Brasil y desemboca en las crisis de 2001 y 2002 en Argentina y Uruguay.

Estos acontecimientos influyeron en el estancamiento y desarrollo tanto en la aplicación de las tecnologías como en las propias JIAP que necesitaron reconvertirse para poder mantenerse a pesar de las crisis.

En 2003 comienza un periodo de lenta recuperación y crecimiento en toda la región.

## 6 Los hechos de la historia

Las JIAP nacen en el año 1992, aprovechando el impuso que la gente nueva estaba generando en el ambiente de la tecnología. Se desarrollaban muchos proyectos, que respondían sobre todo a las necesidades de las empresas del Estado, muchas veces duplicando esfuerzos y "reinventando la rueda". Con el primer objetivo que los

informáticos del Estado presentaran a sus pares casos de éxito llevados adelante en sus empresas nacen las JIAP y generan una convocatoria importante entre estos nuevos técnicos y profesionales que estaban comenzando a crear soluciones complejas en empresas de cierto porte.

El proyecto inicial es presentado por la CO.NA.D.I. a algunos directores de informática de Empresas del Estado y de Ministerios. La CONADI, creada varios años atrás en el período dictatorial (pensando en el modelo nacionalista brasileño), no fue considerada en el primer gobierno democrático, pero sí en el segundo gobierno.

Las primeras JIAP fueron muy distintas a las actuales, la organización fue impulsada desde la CO.NA.DI, más el entusiasmo de algunos directores de centros de cómputos del Estado con visión de futuro. Se basaron en presentaciones Técnicas y presentación de algún proyecto realizado el año anterior. Solo había una sala de conferencias, y los asistentes pasaban el día en sesión permanente[11]. Participaban pocos cientos de personas todos Informáticos del Estado.

1994 fue un año de elecciones nacionales. Las jornadas aún tenían una necesidad importante del apoyo logístico y económico del Gobierno. El cambio de Gobierno era por tanto un riesgo que había que minimizar y para ello se crea AsIAP[12] con los informáticos de la administración Pública, de todo nivel jerárquico y que adopta y define a las Jornadas como un espacio de difusión y capacitación amplio y plural, cuyo primer objetivo fue mantener el espacio que se había generado y que había entusiasmado a muchos informáticos de la administración pública.

El apoyo inicial del gobierno fue fundamental en los dos primeros años. Una vez creada AsIAP comienza una interesante asociación público-privada, en la cual AsIAP se hace cargo de la organización de las Jornadas con el apoyo de CO.NA.D.I., dando un nuevo impulso a las JIAP.

En 1996 en Uruguay había varios eventos de tecnología, la mayoría organizados por empresas de Tecnología para sus clientes. También existían las Ofimat para el público en general, organizadas por la cámara uruguaya de Importadores de máquinas de oficina e informática (CUIMOI). Las JIAP convocan a las empresas privadas proveedoras de tecnología, comenzando a generar así la muestra paralela de bienes y servicios.

Los informáticos privados comienzan a acercarse a las Jornadas y a la asociación lentamente, porque aun no se había generado un espacio para ellos.

Las Jornadas reducen su dependencia del apoyo económico del Estado y comienzan a independizarse con el respaldo económico genuino que le brinda la muestra que se realiza en conjunto.

La incertidumbre, y la necesidad de atender al "problema del año 2000" genera en el ambiente tecnológico un nuevo impulso que se refleja en las JIAP, siendo el tema central del año 1998.

---

[11] En aquel momento, la penetración de las TICs en los hogares y las personas era poco significativa, los usuarios de las aplicaciones que se desarrollaban no tenían cultura informática, por lo cual había que realizar procesos de capacitación especial para que pudiesen utilizar esta nueva herramienta. Muchos no querían ni siquiera tocar el teclado. Estas historias, estaban siempre presentes en los intervalos de las primeras ediciones de JIAP.

[12] Asociación de Informáticos de la Administración Pública en sus comienzos, que luego evoluciona a Asociación de Informáticos de la Administración Pública y Privada para transformarse a la postre en la Asociación de Informáticos del Uruguay.

Hasta 2001 las jornadas crecen con regularidad. Se empieza a utilizar una segunda sala para algunas conferencias, comenzando a delinearse el formato actual.

Las leyes de prohibición al ingreso y de incentivos a los retiros para funcionarios públicos[13], provocan un nuevo cambio. La Asociación y las Jornadas se vieron amenazadas esta vez por la merma en la plantilla de los informáticos públicos. Esta nueva realidad lleva a la asociación a convertirse en Asociación de Informáticos de la Administración Pública y Privada, sin cambiar ni su logo ni su sigla, pero incorporando al resto de los informáticos por extensión explicita.

La crisis económica de 1998 a 2003 afecta fuertemente a las Jornadas, sobre todo en los aspectos económicos, debiendo la Asociación buscar nuevos caminos para mantener las fuentes de financiamiento. La colaboración económica del Gobierno había disminuido sustantivamente, llegando en 2002 a ser prácticamente inexistente. En respuesta a esto, AsIAP contrató personal permanente, instalándose físicamente en una sede y generando una importante campaña de Marketing, que le permitió mantener y aumentar los auspiciantes privados a pesar de la crisis.

Las Jornadas de 2002 y 2003 son las más críticas por reflejo de la crisis acentuada esos años por las crisis Argentina (2001-convertibilidad) y financiera en Uruguay (2002). A partir de allí los cambios de diseño y la recuperación económica general comienzan a dar sus frutos y, acompasando la recuperación nacional, las jornadas vuelven a crecer ininterrumpidamente hasta el día de hoy.

El crecimiento se refleja en la utilización con mayor asiduidad de las salas paralelas, hasta que a partir de 2006 se utilizan constantemente 3 salas de conferencias simultaneas. Se rediseñó el formato de la planta física de la muestra, permitiendo la participación de más expositores.

En estos 19 años las Jornadas evolucionaron de aquellas pocas presentaciones en 1992, y alrededor de un centenar de participantes a más de 60 presentaciones en tres salas simultáneas, con tres días de duración y más de 4000 participantes.

Conjuntamente con el crecimiento de las JIAP, crece y se amplía también AsIAP, que nace sin ninguna infraestructura, pero con mucho entusiasmo en 1994, para 1995 se define la contratación de un Secretario General, designación que recayó en Félix Ugartemendía, se contrató también una secretaria que a su vez era cobradora y apoyo logístico.

Y así comenzó a funcionar, las reuniones de directiva se hacían en la oficina de algún miembro de la misma, las asambleas generales también. Toda la documentación se repartía entre un pequeño espacio en un armario de CONADI y la mochila de la secretaria.

En 2001 se alquila el primer local de pocos metros cuadrados. En 2003 la Asociación se muda a la sede actual con una recepción, 2 oficinas y una sala de directiva. Hoy nos estamos mudando a una casa de dos plantas con 2 salas de capacitación y varias oficinas.

En 2001 la influencia de las JIAP, genera un reclamo de los informáticos municipales (se pueden asimilar a Provincias), y AsIAP decide comenzar a realizar otras Jornadas en el interior del país, dedicadas especialmente a ellos, llamadas InterJIAP. Estas Jornadas nacen en 2002 durante la peor crisis económica del país y la región en los últimos 20 años, sin embargo luego de un comienzo muy complicado con grandes pérdidas económicas, las

[13] Por ejemplo las leyes: 16.127 (agosto de 1990), 16.697 (abril de 1995), 16.736 (enero de 1996), y finalmente la ley 17.556 (febrero de 2002) extendió la prohibición de ingreso a la Administración Pública hasta el 2015.

InterJiap han logrado sostenerse hasta el presente, realizándose en 2009 la novena edición en Punta del Este.

En 2005 AsIAP comienza a participar en nombre de los informáticos en los comités de adopción de normas de UNIT. En 2007 la Asociación logra acceder con un representante al gobierno universitario, a través de la Asamblea General del Claustro de la Facultad de Ingeniería, participando de esta forma en el sistema de cogobierno de la Universidad de la República (en este año se obtuvieron dos cargos en este mismo órgano) . En 2008 se lanza el programa de actualización profesional AsIAPrendo[14].

Toda esta sinergia se genera a partir de aquellas Jornadas que nacieron hace 19 años con 100 participantes.

## 6.1 Cronología de JIAP

| Año | Fecha | Tema | Presidente |
|---|---|---|---|
| 1992 | 16 al 18 Nov. | Primeras Jornadas de Informática de la Administración Pública | Sr. Jorge Navillac. |
| 1993 | 1 al 3 Dic. | Segundas Jornadas de Informática de la Administración Pública | Sr. Gonzalo Olivera. BROU |
| 1994 | 4 al 6 Oct. | Calidad | A/S Fredy Bentancurt MSP |
| 1995 | 27 al 29 Nov. | Interconexión de Organismos Públicos. | A/S Fredy Bentancurt MSP |
| 1996 | 24 al 26 Oct. | Integración de Centros de Cómputos Públicos y Privados. | A/S Raúl De Rosa Presidencia |
| 1997 | 27 al 29 Oct. | Megatendencias Tecnológicas | Sr. Gonzalo Olivera BROU |
| 1998 | 23 al 25 Nov. | Año 2000: Documento Electrónico, Intranet y Extranet | Lic. Luis Amil BPS |
| 1999 | 16 al 18 Ago. | Tecnología para el Tercer Milenio | A/S Soledad Arijón UTE |
| 2000 | 9 al 11 Ago. | Planeamiento de Sistemas y Nuevas Tecnologías | Ing. Juan Carlos Ruglio IMM |
| 2001 | 15 al 17 Ago. | e-Business / e-Government | A/P Carlos Rondán MEF |
| 2002 | 14 al 16 Ago. | Seguridad Digital | Sr. Félix Ugartemendía UTE |
| 2003 | 13 al 15 Ago. | Web Services: Internet al Servicio del Ciudadano | Lic. Raquel Martínez PJ |

[14] **AsIAPrendo** son instancias de capacitación con el objetivo de colaborar con la formación continua de los profesionales en TICs. El formato de los **AsIAPrendo**, dependiendo del contenido específico de la capacitación, varían desde un desayuno de trabajo a un curso de inmersión de varios días.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2004 | 18 al 20 Ago. | TICs.uy: Construyendo el Futuro | Prof. Osvaldo Luna<br>OPP |
| 2005 | 17 al 19 Ago. | Ambientes de Desarrollo | Lic. Hebert Melgar<br>DGR |
| 2006 | 16 al 18 Ago. | Nuevas Tendencias en la Construcción de Aplicaciones | A/S Daniel Giammarchi<br>CASMU |
| 2007 | 22 al 24 Ago. | Gobierno Electrónico | Ing. Mercedes Tarabal<br>BROU |
| 2008 | 13 al 15 Ago. | Oportunidades en la Convergencia IT + Comunicaciones | Ing. Roberto Monzón<br>ANTEL |
| 2009 | 12 al 14 Ago. | Generación de Contenidos para la Supercarretera de la Información | Ing. Juan Piaggio<br>ANTEL |
| 2010 | 11 al 13 Ago. | Tecnologías de Negocio y Adaptabilidad | Lic. Daniel García<br>BROU |

Los temas seleccionados han sido temas de actualidad en su momento, y lograron marcar las tendencias del desarrollo tecnológico del Uruguay.

## 6.2 La visión de los fundadores

Esta sección está basada en el testimonio de algunos de los fundadores de las JIAP, tratando de mostrar cuál era su visión de las Jornadas, cuáles fueron los hechos que desencadenaron el inicio del proyecto y algunas anécdotas fundacionales.

Como la mayoría de las cosas **"las JIAP son fruto de sus circunstancias"**[15].

En 1990, en Uruguay se realiza un cambio de Gobierno, y el nuevo Director de la O.P.P., Conrado Hughes, analizando cuáles eran sus nuevas funciones, encuentra que entre muchas otras responsabilidades tenía a su cargo la Comisión Nacional de Informática (CO.NA.D.I.). Es entonces que analizando los cometidos de dicha Comisión descubre que era un órgano importante para apoyar la gestión de Gobierno. Hasta ese entonces, la CO.NA.D.I. no cumplía con sus funciones específicas, por lo cual decide reformularla. Antes que comenzara a funcionar la nueva CO.NA.D.I. Hughes fue sustituido por Carlos Cat, quien también entiende la importancia estratégica de la CO.NA.D.I., y no solo continúa lo iniciado por Hughes, sino que se pone al frente de esta Comisión, liderándola y otorgándole el "empowerment" imprescindible para su gestión.

La CO.NA.D.I. pasó a estar formada por el Director de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto que la presidía, el Contador General de la Nación y el Tesorero de la Nación. En esta nueva Comisión se integraron además tres profesionales en informática: Jorge Vidart, Susana Caffarini y Carlos Petrella. Reorganiza sus funciones y comienza a apoyar a las áreas de tecnología del Estado tanto en los proyectos en desarrollo como en las compras de tecnología.

[15] Expresiones de Jorge Vidart en la reunión de recuerdos y anécdotas, realizada para obtener datos concretos que permitiesen realizar este documento

Contrataron varios consultores para apoyar a los Entes con menor infraestructura. Al dialogar con los centros de cómputo del Estado, descubren que existía un conjunto de trabajos que valía la pena difundir, puesto que se habían realizado con dedicación, empeño, responsabilidad profesional y compromiso con la institución, muchas veces con el apoyo de las autoridades, pero otras ante una adversidad desmotivante.

Había muchas cosas para mostrar y ningún ámbito para hacerlo. En esa época existían varios encuentros de gente de tecnología, pero todos bajo la órbita de una marca en particular, difundiendo solamente algunos logros realizados por una tecnología específica.

La idea de las JIAP nace en este ambiente, para que los informáticos de la administración pública pudiesen mostrar a sus colegas proyectos exitosos, desarrollados puertas adentro de sus organismos, y para tal vez, compartir alguna solución a través de la presentación de trabajos.

Esta idea nace con un fuerte impulso de la CO.NA.D.I., pero siempre con la premisa de que en algún momento las Jornadas debían volverse independientes del Gobierno y generar sus propios recursos para lograr sustentabilidad.

Se propuso en aquel entonces un comienzo prudente, solo con la participación de empresas públicas, para permitir que la idea floreciera en un ámbito independiente, puesto que la responsabilidad del formato recayó en un grupo de CIOs de la Administración aconsejados (liderados, pero con mucha independencia) por Vidart. La idea subyacente siempre fue de alguna forma que estos CIOs se hicieran cargo de la organización y fueran incorporando a las empresas privadas de a poco, en la medida que las Jornadas fueran madurando, y con las reglas de juego establecidas por ellos.

El proyecto se desarrolló como lo habían imaginado sus pioneros, AsIAP se hizo cargo de la organización y de obtener los medios de financiamiento. Jorge Vidart nunca abandonó la idea y sigue conversando habitualmente con los actuales responsables del proyecto, aportando y modelando entre bambalinas, pero fundamentalmente apoyando con su experiencia y capacidad.

A causa de la confección de este trabajo, se realizó una reunión de camaradería para repasar con los iniciadores hechos y anécdotas. Como esperábamos, n la conversación fue muy enriquecedora, signada por los recuerdos que iban surgiendo y, como en aquel famoso estudio del comportamiento, nos dimos cuenta que hacíamos cosas y teníamos, alrededor de este evento, premisas “grabadas a fuego” que se mantenían vigentes en la actualidad.

Algunas anécdotas: Durante los primeros años se premiaban los trabajos presentados, lo que generaba rispideces en cuanto se conocía la lista de ganadores; tanto era así que se entendió conveniente, dado el ámbito de colaboración y camaradería, sustituir la premiación por reconocimientos a los trabajos seleccionados para ser presentados. Los informáticos siempre se han tomado seriamente la presentación de trabajos, en primer lugar porque hay un filtro de selección primario, luego porque generalmente se limita a una sola presentación por empresa u organismo; de lo que resulta una competencia interna si hay más de un proyecto en la empresa y, cuando accede a la preselección debe obtener un lugar en la selección final.

El contar con el respaldo del Director de la O.P.P. facilitó mucho las cosas, en su momento. Recordaba Gonzalo Olivera, que en una de esas primeras Jornadas se requería una suma de dinero importante para poder realizar el evento, se acudió a la Contadora General de la Nación y solucionó el problema de inmediato, dejando de lado las trabas burocráticas.

Desde el año 2005 en las Jornadas se entrega un premio a aquellas figuras del ámbito académico, empresarial y político que han hecho esfuerzos considerables a la difusión de las TICs y a la Inclusión Digital del país. El primero en recibir la premiación, y vaya si lo merecía, fue el Ing. Julio Granato, docente y pionero en la introducción de la tecnología informática en Uruguay, A partir de allí el reconocimiento llevó su nombre y anualmente lo han recibido importantes personalidades, como el Dr. Tabaré Vázquez (2010), ex presidente de la República por su decisión de implantar el Plan Ceibal; el Ing. Miguel Brechner, ideólogo del Plan Ceibal, docentes y empresarios como Jorge Vidart y Breogán Gonda.

## 7 Los Horizontes

El horizonte para los astrónomos es el gran círculo teórico que divide la esfera celeste en dos partes, una visible la otra invisible. Y lo invisible para nosotros es el proyecto, la potencialidad, el Uruguay del futuro, la esperanza.

En AsIAP estamos convencidos que en el futuro la riqueza ya no se medirá en términos monetarios, sino que cada país tendrá su mayor reserva de activos en el conocimiento de sus ciudadanos y en las innovaciones que sean capaces de generar.[16]

Este convencimiento nace en el concepto de capital intelectual[17], y en las TICs el conocimiento de las tendencias mundiales es imprescindible para poder generar proyectos innovadores.

El recurso humano es el principal recurso de esta industria, y los aportes a su desarrollo son imprescindibles, porque generan ventajas competitivas a la hora de pensar y ejecutar proyectos. La necesidad de capacitar, informar a los profesionales y compartir espacios con colegas es incuestionable y las JIAP apuntan a ello. El desafío está en lograr que los profesionales se vinculen personalmente y no solo por internet con colegas lejanos.

Debemos congratularnos de haber podido concretar este sueño: juntar la voluntad de los profesionales y técnicos, de los usuarios, de las empresas nacionales y multinacionales, y la academia (Universidades e Institutos Técnico-Profesionales), para realizar este extraordinario encuentro ciudadano de tecnología donde nos proponemos, a través de la presentación del estado del arte, el intercambio de experiencias y una reflexión conjunta mirando al futuro.

---

[16] Discurso de apertura JIAP 2006 y 2009.

[17] Este concepto no es nuevo, existe desde el principio de los tiempos, tal vez con otros nombres, pero al transmitirse el conocimiento de generación en generación, los oficios y profesiones fueron madurando a través de los años. A medida que el conocimiento se acumula, la humanidad evoluciona.

Las JIAP muestran cómo alrededor de una idea innovadora, se van formando grupos de personas, que a su vez desarrollan otras actividades de interés común.

Las JIAP que comienzan con el objetivo de intercambiar ideas entre centros de cómputos del Estado, rápidamente se transforman en un punto de encuentro de todos los informáticos.

Surgen a partir de ellas otros proyectos. El más importante de todos ellos es la propia AsIAP, que también comienza como Asociación de Informáticos de la Administración Pública y con el correr del tiempo evoluciona a Asociación de Informáticos del Uruguay.

A partir de la creación de AsIAP, se comienzan a generar proyectos significativos, algunos mencionados en este trabajo.

La aceptación y el crecimiento de las Jornadas así como de AsIAP, demuestra que éste era un proyecto que valía la pena realizar.

Hoy las actividades de AsIAP son múltiples y apoyan el desarrollo tecnológico del Uruguay y de los informáticos que lo sostienen.

Con respecto a las JIAP son un evento entendido por los profesionales de las TICs, como una muestra del "estado del arte", punto de referencia y de pertenencia de estos profesionales. Es un ambiente donde los estudiantes universitarios de carreras vinculadas, se aproximan a experiencias valiosas con los profesionales destacados del medio.

## 8 Referencias

1. JIAP – Jornadas de informática del Uruguay, http://www.JIAP.org.uy.
2. AsIAP – Asociación de Informáticos del Uruguay, http://www.asiap.org.
3. CO.NA.D.I. – Comisión Nacional de Informática, Decreto 271/994.
4. Ley 16713 - Régimen Jubilatorio.
5. Mercosur, http://www.parlamento.gub.uy/htmlstat/pl/tratados/trat16196.htm
6. Diario El País, http://www.elpais.com.uy/Anuarios/02/12/31/nota_editor.asp

36° Conferencia Latinoamericana de Informática PANEL 2010.

Simposio Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe SHIALC.

# LOS ORIGENES DE LA CONFERENCIA LATINOAMERICANA DE INFORMATICA Y DEL CENTRO LATINOAMERICANO DE INFORMATICA, CLEI.

Aldo D. Migliaro
Pontificia Universidad Católica
de Valparaíso, Chile

**Resumen**

El presente documento intenta explicar los primeros pasos que dio la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso-Chile PUCV, orientados hacia la creación de la actual Conferencia Latinoamericana de Informática y de su organismo CLEI.

El CLEI es un centro que se preocupa por el desarrollo informático de la comunidad latinoamericana y la organización de la Conferencia Latinoamericana de Informática, en forma itinerante a través de los distintos países que la conforman.
Este documento se orienta a recordar los hechos, las personas e instituciones, que en una época ya lejana, de casi cuarenta años, sin los recursos tecnológicos que hoy disponemos y con estrechos presupuestos que en esa época contaban las universidades, actuaron con esfuerzos extraordinarios, y con visiones que definieron las políticas y formas, que hoy, han hecho de esta, una Conferencia muy importante Regionalmente y con un centro como CLEI, que hoy representa a la Comunidad Regional en los foros reconocidos internacionalmente.

**Abstract**

This document tries to explain the first steps which gave the Catholic University of Valparaiso, Chile, PUCV, towards the creation of the Latin American Conference on Informatics and its CLEI body.
This center that cares for the development computer and the Latin American Community development and the organization of Latin American Conference on Computer in a traveling over different countries that comprise.

Is also a document that aims to recall the events, people and institutions, which at one time and distant, almost forty years, and without the technological resources available to us today, and with tight budgets at that time the university, had acted with extraordinary efforts and visions that shaped the policies and forms, today, have made this a very important regional

conference and a center as CLEI, which today represents the Regional Community in Forums Internationally recognized.

**Introducción**

**En lo académico**

Hacia fines del año 1970, la Universidad Católica de Valparaíso, hoy PUCV, decidió investigar la factibilidad de incorporar "la informática" a sus áreas de desarrollo académico. Para estos efectos designó a dos personas de su planta académica, una de la Facultad de Ingeniería y otra de su área de Planificación, estas personas fueron los profesores, señores Aldo Migliaro Osorio y Amílcar Morales Ponce, quienes se dedicaron a estudiar y formular un proyecto, para la creación de una Unidad Académica orientada al desarrollo de las ciencias de la informática y la formación de profesionales en esta área, incorporando a aquellos venidos de otras áreas de la UCV.
El proyecto que se consideraba como inédito en la UCV, requirió ser analizado por la autoridad máxima universitaria de esos momentos, que era el Senado Académico, constituido por los decanos, académicos elegidos y otros representantes, en el cual participaba el Rector, representado por el Sr. Raúl Allard N. y sus Vicerrectores.
Había indudablemente muchas contradicciones a nivel académico, en cuanto a incorporar "la informática" como un área de conocimiento académico. El proyecto definía la creación de una Unidad Académica orientada a investigar, desarrollar y formar profesionales usuarios del área de la informática, a través de los egresados de las distintas disciplinas que tenía la UCV, otorgándole su título con especialidad.
Después de muchas discusiones entre académicos de todas las áreas, se decidió crear un organismo que se orientara al desarrollo de la informática a través de la investigación, pero sin la capacidad de formación, por lo cual se denominó Centro de Ciencias de Computación e Información. El Decreto de Rectoría No. 558 del 2 de Febrero de 1972 promulgó la creación del "Centro de Ciencias de Computación e Información en la Universidad Católica de Valparaíso" y éste fue incorporado a la Facultad de Ingeniería, mediante el Decreto de Rectoría Orgánico No. 134 del 2 de Junio de 1981.
El acuerdo No. 12/82 del Consejo Superior de la Universidad, en orden a transformar el Centro de Ciencias de Computación e Información en la Escuela de Ingeniería Informática, se materializa con la promulgación del Decreto de Rectoría Académico Orgánico No. 160 del 30 de Septiembre de 1982, que crea la Unidad Académica citada, la cual debe asumir las funciones del Centro de Ciencias de Computación e Información, con lo cual debe enfrentar la formación de pre y postgrado.

Ciertamente, el hecho que llevó a la universidad a tomar la decisión de no formar profesionales en el área, fue el de privilegiar primeramente el desarrollo de la ciencia a través de la investigación y contribuir al estado del arte de la época, y con posterioridad formar profesionales en el área.

De esta forma se creó el Centro de Ciencias de Computación e Información, inicialmente como Centro Académico, orientado a desarrollar actividades de investigación de la unidad, así como también, invitar a investigadores de las otras áreas de la universidad a integrarse al

desarrollo de proyectos multidisciplinarios en los que se aplicaba la informática. Se dictaban ramos de servicios docentes en informática hacia todas las disciplinas de la UCV, con el fin de incorporar esta ciencia a las distintas áreas del conocimiento en la universidad.
Fue así como en el marco de la disciplina y de las acciones de la investigación que se desarrollaban en el Centro de Ciencias de Computación e Información de la UCV, se dieron las bases de la génesis de la conferencia.

**En lo tecnológico**

En esos tiempos no se disponía de la tecnología que hoy se utiliza frente a cualquier forma de comunicación. La Internet era sólo una idea, sin ninguna factibilidad de implantación, no se disponía de correo electrónico, tecnologías gráficas, discado directo entre ciudades, ni menos entre países, indudablemente no se pensaba en teléfonos celulares y menos satelitales, no existían las bases de datos, tampoco se visualizaban las tecnologías orientadas hacia conferencias locales o internacionales, menos el software de escritorio. Menciono esto, dado que en esos tiempos no existían los PCs.

En realidad la forma como se resolvían las actividades de comunicación, era a través del correo normal, correo certificado, correo aéreo internacional, llamados telefónicos, locales y de larga distancia a otra ciudad o país, a través de telefonistas, el telex para aquellas comunicaciones urgentes, las máquinas de escribir sobre papel, y a veces con copias, las reuniones personales, y los viajes involucrados que gastaban el tiempo de los profesores.
El requerimiento de tiempo era enorme y además la austeridad para hacer estas labores con estas modestas tecnologías, afectaba los presupuestos universitarios, los cuales no eran bajos, sino que en realidad no existían para este tipo de actividades, al menos en esta área.
Frente a esta situación, el profesor universitario debía necesariamente tener un entusiasmo y una gran responsabilidad, ya que indudablemente toda innovación debía desarrollarse sobre su trabajo regular. Es por esto que destaco el esfuerzo original con que se desarrollaron estas acciones.

**En cuanto a las Conferencias de Informática**

En esos tiempos no existían conferencias nacionales en el área de la informática, de modo, que si un académico requería presentar su trabajo de investigación en una conferencia, debía recurrir a Europa o EEUU, lo cual en base los recursos con que contaba las universidades nacionales, no era económicamente factible.
Existían cursos orientados a tópicos definidos, pero de ninguna forma una conferencia en la cual se expusieran los resultados de las investigaciones en el área informática.

**La génesis de la Conferencia Latinoamericana de Informática**

Es así como en esa etapa inicial, el Centro de Ciencias de Computación e Información de la UCV, hoy Escuela de Ingeniería Informática de la PUCV, tenía como objetivo fundamental la investigación en el área, y en esta actividad desarrolló proyectos para visualizar las formas de impartir la enseñanza de la informática, para lo cual se crearon o desarrollaron

precompiladores y lenguajes, aplicación de la programación estructurada, búsqueda de información y otros.

Lo que no se sabía, era si se estaba en el camino correcto, y para esto se requería la participación de otros académicos, de otros pares, de otras universidades. Fue este el detonante que originó la idea de planificar una conferencia en la universidad.

Es así que el Centro de Ciencias de Computación e Información de la UCV, convoca a una reunión de especialistas de la región de Valparaíso, con el propósito de establecer una instancia de comunicación e intercambio para el desarrollo de la tecnología. Esto ocurría en los años 1972 y 1973, pero sin una visión futura de lo que sucedería con el desarrollo de esta conferencia, la cual se denominó PANEL DE DISCUSION DE TOPICOS DE COMPUTACION, y que se convocó para Enero del año 1974.

Esta reunión no nació con un objetivo de futuro definido, sino que se fue dando en el tiempo, con el entusiasmo de los académicos que participaban en la fase de concretar estas primeras acciones, el cual correspondía a la forma del desarrollo de lo tecnológico, cada nuevo avance implicaba que los objetivos aumentaban.

En esta oportunidad, no se atrevió a llamar conferencia, si no que se denominó como Panel de Discusión de Tópicos de Computación.

Como Presidente del Comité de Programa actuó al Jefe de Investigación del Centro de Ciencias de Computación e Información, el profesor Sr. Amílcar Morales Ponce, y se invitó a participar a la Universidad Federico Santa María de la ciudad de Valparaíso, otras nacionales y especialistas de las empresas locales.

La asistencia fue de 21 personas en su mayoría académicos. Los temas de investigación fueron investigaciones orientadas a la enseñanza de la informática, lenguajes estructurados tales como, CVLOGO, CVFORTRAN, intentos de búsqueda de información en bibliotecas, y otros temas, que en el transcurso de cuatro días, se expusieron y discutieron, pudiendo corroborar los académicos participantes, que tipo de actividades estaba haciendo cada grupo y a la vez, proporcionar una tribuna para emitir sus opiniones frente a cada uno de los temas.

Esta experiencia inicial y sus buenos resultados, fue el suficiente estímulo para que la UCV convocara en Enero de 1975, a la segunda conferencia denominada PANEL DE DISCUSION DE TOPICOS DE COMPUTACION' (PANEL '75), a través de la cual se intentó alcanzar una mayor participación de otras universidades nacionales, obteniéndose una respuesta similar a la esperada inicialmente, ya que participaron con trabajos una parte importante de las universidades chilenas, además de la participación de especialistas de empresas y con la participación de algún académico argentino como observador.

En esta conferencia PANEL '75, participaron casi 100 especialistas y académicos universitarios. Si bien este desafío fue riesgoso en lo técnico y económico, los resultados aseguraron la factibilidad de continuar con esta reunión, necesaria para exponer los avances,

conocer e integrar a los temas de desarrollo, a los diferentes equipos de investigación de las universidades.

La organización del PANEL ’75 tuvo un costo significativo, el cual fue asumido en su totalidad asumidos por la UCV.
En el PANEL ’75 se confeccionaron las Actas de la Conferencia para cada asistente, situación que en 1er PANEL hubo un número muy reducido de ejemplares.

Los costos involucrados en el desarrollo de la conferencia, obligó a idear nuevas forma de ayuda hacia la financiación de la actividad, y en esta perspectiva se invitó a las empresas que comercializaban hardware, para colaborar con la organización de PANEL, mediante una exposición de equipos computacionales, de forma que permitiera a las empresas mostrar sus nuevas tecnologías, desarrollándose la exposición denominada EXPODATA. Esto posibilitó el financiamiento de una parte del costo de la organización, y del desarrollo de la conferencia, de forma de transformar esta actividad, en un proyecto factible de continuar en el futuro.

El tercer Panel de Discusión de Tópicos de Computación y Expodata ‘ PANEL ’76 EXPODATA ’76 fue una conferencia nacional, contando con el patrocinio de Asociaciones Gremiales (Asociación Chilena de tratamiento de Información, ACTI) y Universitarias (Asociación de Centros Universitarios de Computación, ACUC) , la participación de las universidades nacionales, y de especialistas, además de una amplia exposición de equipamiento computacional en la que participaron todas las empresas que comercializaban equipos en el país.

En el PANEL ’76 se invitó a académicos de universidades de otros países, contándose así con la participación de profesores universitarios de Argentina y Perú.

El Comité de Programa fue integrado por académicos de las universidades nacionales bajo la presidencia del Director del Centro de Ciencias de Computación e Información de la UCV. Fue en este instante, en que surge la iniciativa de integrar a otros países de la comunidad latinoamericana a esta Conferencia.

La forma de implementar la transformación de esta conferencia en una Conferencia Internacional, fue la integración de algunas universidades de excelencia en su quehacer informático latinoamericano. Fue así como los profesores de la UCV, Srs. Migliaro y Morales, visitaron a las universidades de PUC-RJ (Brasil), USB (Venezuela), y la UNBsAs (Argentina), intentando mostrar los resultados de esta conferencia y visualizando la posibilidad de ampliar su ámbito de acción. Se obtuvo una gran ayuda de los académicos, profesores, Sr. Jorge Baralt de la USB, Venezuela, Sr. Carlos José Pereira de Lucena de la PUC-RJ, Brasil, y Sr. Gustavo Pollitzer de la UNBsAs, Argentina.
Es así como el Comité de Programa integrado por representantes de Universidades de Venezuela, Brasil, Argentina y representantes de universidades chilenas bajo la presidencia del director del Centro de Ciencias de Computación e Información de la UCV, convoca al

PANEL Y EXPODATA ’77 a celebrarse durante Enero del año 1977 en la ciudad de Valparaíso.

En esa oportunidad se efectuaron Paneles de discusión sobre Recursos Humanos, Bases de Datos, Asociación de Profesionales y Teleproceso, y la presentación de trabajos agrupados bajos tópicos (Software Básico, Aplicaciones de Ingeniería, Teoría de Computación y Redes, Aplicaciones Administrativas, Teleproceso, Aspectos Económicos de Sistemas Computacionales , Técnicas de Programación, Educación, Bases de Datos, Seguridad y Respaldo de Sistemas, Lenguajes Computacionales, y otras materias de interés).
La cantidad de trabajos presentados alcanzó alrededor de los 50, y participaron un importante número de académicos y especialistas.
Además se desarrolla la segunda EXPODATA, en la cual participaron las más importantes empresas que comercializan hardware en Chile.

El PANEL Y EXPODATA ’77 dio origen a la idea de extender la conferencia hacia otros países.

Fue así como la convocatoria del PANEL ’78 se consolidó como una Conferencia Latinoamericana. La UCV convocó en enero de 1978 al Quinto Panel de Discusión de Tópicos de Computación y Expodata, El PANEL EXPODATA ’78, que contó con el patrocinio del The Intergovernmental Bureau for Informatics (IBI), UNESCO y el auspicio de ACTI.

El Comité de Programa fue conformado principalmente por representantes latinoamericanos y con la dirección del Profesor de la Universidad Simón Bolívar (USB) de Venezuela, Sr. Jorge Baralt Torrijos.

En el panel se presentaron sobre 50 trabajos y asistieron sobre 300 académicos y especialistas de empresas, con una participación de casi un 50% invitados de distintos países latinoamericanos.

Se desarrollaron paneles de discusión sobre Educación, Teleprocesamiento, Sistemas de Información Pública y Tecnología. Ya se mencionaba la posibilidad de hacer de esta actividad como un evento itinerante por los países Latinoamericanos.

El éxito del PANEL Y EXPODATA ‘78 permitió planificar el desarrollo del Sexto Panel de Discusión de Tópicos de Computación, el cual se organizó para ser celebrado durante el mes de Enero de 1979.
La universidad Católica de Valparaíso UCV, convoca al PANEL EXPODATA ’79 como una Conferencia Internacional para celebrarse en enero de 1979.

Su Comité de Programa estaba presidido por el profesor Sr. Carlos José Pereira de Lucena de la PUC-RJ Brasil y sus participantes en el Comité de Programa eran los profesores, Sr. Jorge Baralt de la USB, Venezuela, Sr. Alberto García de la ULA, Colombia, Sr. Carlos

Lauterbach de la PUC, Chile, Sr. Aldo Migliaro de la UCV, Chile, Sr. Amílcar Morales de la UCV, Chile, Sr Waldemar Setzer de la USP, Brasil, y el Sr. Victor Yockteng de la UNI, Perú.
Se contaba con el auspicio de las instituciones: ACTI de Chile, CECTAL de Brasil, OEA e IBI.
Se hicieron grupos de trabajo relacionados a Educación, Ingeniería de Software, Políticas de Desarrollo en Informática, y Derivaciones Sociales de la Informática. Se presentaron sobre 50 trabajos, y se desarrollaron seminarios sobre el Estado del Arte de INGENIERIA DE SOFTWARE y Estado del Arte de LENGUAJES DE PROGRAMACION.

La participación fue extraordinaria, dado que asistieron sobre 500 especialistas y ya 300 venían de diferentes países latinoamericanos. Su organización, coordinación y participación internacional, proporcionaron la solidez del evento, así como sus resultados que fueron suficientes argumentos, para concretar aquella idea que ya se estaba hablando en torno a la Conferencia, hacer de la conferencia un evento itinerante.

Es así, que dada la importante participación latinoamericana que se tuvo durante el PANEL '79, aquellas ideas que ya se mencionaban en torno a transformar EL PANEL en una conferencia itinerante a través de los países latinoamericanos, tuviera el éxito esperado. Para estos efectos era necesario crear un organismo que tuviera la responsabilidad de hacer efectivo la continuidad de la conferencia. Para este efecto, se decidió y se constituyó el "CENTRO LATINOAMERICANO DE ESTUDIOS EN INFORMATICA, CLEI".

**La creación del Centro Latinoamericano de Estudios en Informática, CLEI**

Los organizadores del PANEL, representados por el Centro de Ciencias de Información de la UCV, debe mencionarse principalmente a los profesores Sr. Amilcar Morales y Sr. Aldo Migliaro Osorio, y la infraestructura del Centro de Ciencia de Computación e Información de la UCV, apoyados entre otros, con la gran colaboración del profesor Sr. Jorge Baralt de la USB, Venezuela y del Sr. Carlos José Pereira de Lucena de la PUC-RJ, Brasil, las autoridades de la UCV concretaron la idea de transformar el PANEL '79 en una Conferencia itinerante a través de países latinoamericanos, la cual se reconocería como CONFERENCIA LATINOAMERICANA DE INFORMATICA con su sigla CCI PANEL '80 y así sucesivamente a través de los años.

Las bases para la fundación de CLEI.

El nuevo centro CLEI fue creado con una absoluta independencia de cualquier ente y organización externa, que no fueran las universidades latinoamericanas y asociaciones nacionales de informática de países latinoamericanos.

Para la fundación de CLEI se estipularon, en el año 1979, las siguientes bases:

CONSIDERANDO

- Que el advenimiento de las computadoras y la sistematización del tratamiento de los datos han dado origen a la Ciencia de Computación e Informática,

- Que los países Latinoamericanos tienen ya instalados un importante parque computacional, contando con numerosas instituciones de enseñanza e investigación en informática y que, han comenzado a producir sistemas de procesamiento de datos con tecnología propia,

- Que el desarrollo de la enseñanza e investigación científica en el dominio de la informática constituye una base importante para el progreso económico y social de las naciones,

- Que las computadoras han provocado un profundo efecto en la sociedad, con impacto en las costumbres y la cultura,

- Que la Universidad Católica de Valparaíso, ha venido realizando con éxito un congreso científico en los últimos seis años, al cual han concurrido docentes, investigadores, profesionales y estudiantes de países latinoamericanos en número cada vez mayor, y la necesidad de garantizar la continuidad de dicho certamen anual, así como promover acciones que permitan mejorar la comunicación entre dicho personal.

ACUERDAN:

Constituir el "CENTRO LATINOAMERICANO DE ESTUDIOS EN INFORMATICA" (C.L.E.I.), cuyo objetivo será:

''Promover el desarrollo de la informática en Latinoamérica a través del intercambio científico, técnico, y educacional entre los miembros participantes, así como los efectos sobre la sociedad''.

Para formalizar este evento la Rectoría de la UCV oficializó la creación del Centro Latinoamericano de Estudios en Informática, CLEI, como primer organismo en el campo de la informática que se crea en el continente, y que sirve de base para que continúen las celebraciones de las Conferencias Latinoamericana de Informática con su logo de PANEL, de forma de contribuir al desarrollo de la informática a nivel continental.

Se crearon en ese instante los estatutos de CLEI, sus normas y pautas de la organización y desarrollo de la Conferencia Latinoamericana de Informática, que se definen en cuanto al Comité de Programa, y de la divulgación de los Trabajos.

Además se confeccionó un Reglamento de Calificación referente a los postulantes, Categorías de los Miembros, de la Admisión y Cambios de Categorías, de los Miembros

Patrocinadores, de los Miembros Fundadores, Regulares e Invitados, de la Renuncia de Miembros, de las sesiones del Comités de Calificaciones, de Disposiciones Generales, etc.

Todo lo cual se aprueba en Reunión Plenaria presidida por el Presidente Provisorio, el Profesor Sr. Victor Yockteng y como Secretario Ejecutivo de CLEI, el profesor Aldo Migliaro, en la cual se acuerdan las primeras acciones y normas.

Algunas de estas ideas, están referidas a que debe existir un representante por país en el directorio de CLEI, elegido por sus connacionales y que integran el Centro, tanto como titular y reemplazante, quienes ratifican el comité provisorio, y aprueban la designación del Secretario Ejecutivo de CLEI, avalados con la firma de quienes participan en dicha Reunión Plenaria.

**El Desarrollo y Continuidad de las Conferencia Latinoamericana de Informática**

El profesor Jorge Baralt de la USB, tuvo la enorme responsabilidad de llevar la Conferencia Latinoamericana de Informática a la ciudad de Caracas en Venezuela, celebrada en Enero de 1980. Era la primera vez que se desarrollaba la Conferencia Latinoamericana de Informática en un país distinto.

El profesor menciona en sus palabras iniciales durante la inauguración del Panel '80 ''El reconocimiento a la UCV por el esfuerzo desarrollado por el núcleo organizador de los seis Paneles de Discusión de Tópicos de Computación, y su visualización de apertura de estas tecnologías a los distintos países latinoamericanos, ya que menciona que durante el PANEL '78 se había analizado la posibilidad de hacer itinerante esta conferencia, para lo cual fue necesario crear un centro que velara por la continuidad de esta conferencia, mencionando la creación de CLEI durante el PANEL'79 y que las conferencias se celebrarán en las distintas ciudades de Latinoamérica como una forma de integridad regional de los países en cuanto a la tecnología de la informática. Le corresponde a Venezuela el inaugurar la VII Conferencia Latinoamericana de Informática, de modo que permita lograr una década orientada a la mayor integración regional y una interdependencia mas balanceada con los países que producen la tecnología''.

Su celebración tuvo un gran éxito por la participación y gran cantidad de trabajos presentados, y también por el hecho que fue la primera conferencia de informática que se desarrollaba en tierras venezolanas.

El presidente del Comité de Programa fue el profesor Sr. Julián Araoz, y la reunión previa para analizar los trabajos se desarrolló en Lima, Perú bajo el auspicio de la Universidad Nacional de Ingeniería de Lima, Perú.

La 8° Conferencia Latinoamérica de informática se desarrolló en Buenos Aires, Argentina, durante marzo del año 1981, en el Centro Cultural Gral. San Martín, bajo el auspicio de Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa, SADIO.

La reunión del comité de programa, se había desarrollado en noviembre de 1980 en Quito, Ecuador.

La 9° Conferencia Latinoamericana de Informática se desarrolló en Agosto de 1982 en la ciudad de Lima, Perú, bajo el auspicio de Asociación Peruana de Informática, APCI y la Universidad Nacional de Ingeniería, UNI. Este evento fue abierto por el Presidente de la República de Perú.

La reunión de evaluación del Comité de programa se había desarrollado previamente en la Universidad Católica de Paraguay.

En el año 1983 no se llevó a cabo la Conferencia Latinoamericana de Informática. El CLEI aún no estaba bien consolidado, por lo que se corría el riesgo de perder todo el esfuerzo hecho hasta ese instante.

Frente a esa situación y dado que se cumpliría la 10° Conferencia Latinoamericana de Informática se decidió que, la UCV a través de su Centro de Ciencias de Computación, ya transformado en Escuela de Ingeniería Informática de la UCV, lo que le daba la capacidad de formación de profesionales de pre y postgrados, y con la decisión del Secretario Ejecutivo de CLEI, se convocó a la 10ª Conferencia Latinoamericana de Informática durante Abril del año 1984, en la ciudad de Viña del Mar, Chile.

Esta conferencia, fue definitivamente la base de consolidación del CLEI, y la activación de todas las siguientes conferencias, las cuales se desarrollan anualmente hasta el día de hoy, año por año, en las que se renuevan los directores de CLEI en forma bianual.

El hecho que se mantuviera al profesor Aldo Migliaro como Secretario Ejecutivo, permitió dar un impulso importante para que las ideas originalmente visualizadas, cumplieran con los objetivos propuestos.

En la 10° Conferencia o PANEL 84, se presentaron sobre más de 120 trabajos, asistieron más de 1000 especialistas de las distintas Universidades de Latinoamérica, lo cual dio la solidez a esta actividad, para efectos de proyectarse mas allá del continente.

Su Comité de Programa, presidido por el Profesor Aldo Migliaro y compuesto por personalidades de latinoamericanas, y con la organización de la Universidad Católica de Valparaíso, UCV, y el Centro de Estudios en Informática CLEI, contó además con el auspicio de organizaciones tales como, CECTAL, CREI, IBI, UNESCO y la colaboración de empresas de software nacionales e internacionales, con lo que se logró concretar una muy exitosa conferencia.

Durante el la Décima Conferencia Latinoamericana de Informática PANEL'84, en forma paralela a la presentación de trabajos, se desarrolló una Mesa Redonda denominada, LA INFORMATICA: ¿UN FACTOR DE DESARROLLO O DE DEPENDENCIA PARA LATINOAMERICA?. UN ENFOQUE PROSPECTIVO HACIA EL AÑO 2000, la que

contó con la participación de los Srs. Carlos José Pereira de Lucena PUC-RJ, Fermín Bernasconi IBI, Andreé Van Dam, Club de Roma, Sergio Melnick UCH, German Rama, CEPAL, Eduardo Aldana COLCIENCIA de Colombia, la Iglesia Católica con la presencia del Pbro. Sergio Silva en representación del Obispo de Valparaíso, y Coordinada por el Sr. Luis Meyer de la UC de Paraguay.

Esta Mesa de análisis y discusión se desarrolló en forma paralela a la conferencia y por todo un día, en la cual hubo exposición y discusión por cada uno de los participantes.

De esta actividad se acordó hacer la Declaración de Viña del Mar, en la cual se mencionaron algunos principios para el desarrollo de la informática Latinoamericana.

Uno de los puntos importantes abordados por la Mesa fue, ‘‘El hecho de enfrentar la dependencia de esta tecnología, abordándola, ya no como usuarios expertos de las tecnologías, sino como productores y abastecedores de tecnología’’.

El texto completo de esta Mesa Redonda y su declaración de Viña de Mar, fue editado y distribuido gracias al apoyo de UNESCO.

Se desarrollaron PANELES sobre temas relevantes a las políticas futuras de desarrollo informático, tales como, Políticas Industriales en Informática, Evaluación Socioeconómica de la utilización de microcomputadores en Latinoamérica, Educación en Informática y Planificación informática, una evaluación práctica. También se desarrolló paralelamente un Seminario de Informática Jurídica.

Un hecho muy importante durante esta Décima Conferencia Latinoamericana de Informática, fue que, dado una invitación hecha a la Internacional Federation for Information Processing, IFIP, para su participación en la conferencia, asistió el profesor Sr. R. Narasimhan, Director del TATA Institute, India, siendo su cargo en IFIP, como responsable del desarrollo de la informática de los países en vías de desarrollo y las relaciones internacionales de IFIP.

En base al informe que hizo el Profesor S. Narasimham relativa al CLEI y su conferencia, se decidió incorporar a CLEI a la Federación IFIP, definiendo al Secretario Ejecutivo de CLEI, como representante ante IFIP, y con ello se permitió al conjunto de universidades que agrupaba CLEI, disponer de las conferencias y otras actividades que desarrollaba IFIP.

En resumen esta fue una conferencia de muy buen nivel y se aseguró que el CLEI funcionara en plenitud, desarrollando las conferencias cada año, de modo de constituirse en un Centro que contribuyera definitivamente al crecimiento y desarrollo informático en Latinoamérica, como lo ha sido hasta este instante.

**Conclusiones**

Como se puede visualizar a través de este documento, esta ha sido la forma de enfrentar las ideas de desarrollo de la investigación, muy incipiente en los años de 1974, creando una conferencia local inicialmente, después nacional y finalmente expandida hacia los distintos países latinoamericanos.

Conjuntamente con este último hecho, se crea el Centro de Estudios en Informática, CLEI, el que ha permitido tener una itinerancia de la conferencia por los distintos países latinoamericanos, como resultado de las primeras conferencias desarrolladas en Valparaíso durante los 10 años iniciales (1974 a 1984), y los eventos ocurridos con posterioridad.

La conclusión que se puede inferir, es que, con todas las desventajas, problemas y eventos que hubo que resolver, son precisamente los obstáculos, los que fortalecen la acción del ser humano. Fue también la enorme colaboración y el entusiasmo de las personas e instituciones, quienes permitieron mantener, los principios básicos sobre el cual se fundamentó la Conferencia y CLEI.

Debe destacarse que no fueron los recursos económicos, si no fue la idea inicial, su visión de apertura, de colaboración e integración, y la gran tenacidad para tratar de cubrir los nuevos desafíos que se percibían en esa época, ésta fue la clave del éxito de esta iniciativa.

Es así que durante la 10° Conferencia Latinoamericana desarrollada en Viña del Mar-Chile el año 1984, se enfrentaron y resolvieron los nuevos desafíos, que hoy han sido fundamentales para que CLEI se desarrollara, junto a su Conferencia Latinoamericana de Informática, la cual año tras año se ha venido celebrando con importantes aportes del CLEI al desarrollo Regional.

A través de la relación de los hechos mencionados anteriormente, se puede definir que tanto desde las primeras acciones, como las siguientes y hasta este año 2010, se puede visualizar que esa semilla que se sembró hace casi 40 años, germinó y ha crecido hasta llegar a este grandioso evento PANEL ‘2010 y su versión 36ª Conferencia Latinoamericana de Informática,

En esta conferencia se ha demostrado que no sólo las novedades e innovaciones que nos provee la tecnología, que hoy agrupa a los académicos y profesionales de la universidades y asociaciones de CLEI, si no también que los distintos eventos que han ocurridos en el pasado, las personas que han actuado y las instituciones que la han apoyado, han permitido que se llegue al estado actual que hoy exhibe esta Conferencia.

Creo que con la celebración de este Simposio de la Historia de CLEI y de las universidades que lo componen, denominado SHIALC, se completa el puente que confirma que CLEI es depositario de estas actividades, vivencias y de su historia, así también de las universidades y centros, que lo integran.

Si bien las universidades y, en su conjunto el CLEI, deben seguir adelante con los objetivos futuros, también se debe conocer su pasado, su historia, y con SHIALC, el reconocer hechos y personas e instituciones que han actuado con un inagotable tesón, para alcanzar lo que son hoy, las instituciones que se desarrollan en la informática.

Así como se generó la conferencia, que fue por el requerimiento de apertura e integración, me permito hacer una reflexión que creo podría contribuir al enriquecimiento de CLEI y su Conferencia.

Procurando una explicación detallada de los eventos transcurridos desde aquel Enero de 1974, creo que es importante visualizar los pasos, aciertos y dificultades que han existido, sin olvidar aquello que se mencionó en la Mesa de Futorología del año 1984 y en la Declaración de Viña del Mar, la cual anticipó en casi 25 años, según se detalla: ‘’ enfrentar la dependencia de esta tecnología, abordándola, no ya como usuarios expertos de las tecnologías, si no como productores’’ y la declaración hecha conjuntamente con la creación de CLEI, ‘’Promover el desarrollo de la informática en Latinoamérica a través del intercambio científico, técnico, y educacional entre los miembros participantes, así como los efectos sobre la sociedad’’.

Se espera que sea posible que el CLEI, a través de su Conferencia, estimule la innovación y la presentación de trabajos sobre su aplicabilidad en la sociedad, la investigación aplicada y la transferencia de tecnología hacia la empresa. Es cierto que la tecnología cambia día a día, y todo nuevo desarrollo implica dedicar nuestros mejores esfuerzos hacia cubrir áreas inexploradas, pero no debemos dejar de lado, todo aquello que hoy requiere y necesita la sociedad.

Por ejemplo, ¿Porqué no desarrollar grandes proyectos, y así integrar académicos de distintas universidades y países, en pos de proyectos de desarrollo de tamaño importante y mas aún con las ventajas que da la integración de CLEI?. Este es un desafío que se propone al Centro de Estudios en Informática, en orden a buscar oportunidades para que sean desarrollados por las universidades que participan en CLEI.

La comunicación de hoy no tiene límites, y menos aún comparada con aquella de los inicios de las conferencias, ayuda al estudio de factibilidad de esta idea, ya que con esto contribuirá a enfrentar proyectos complejos y bien orientados, beneficiándose nuestros países y nuestra Sociedad.

Acciones como esta se desarrollan en la Comunidad Económica Europea, CEE, ¿porque no hacerlo en nuestro continente?. Es un importante desafío y debiera pensarse con apertura, capacidad de integración y el trabajo necesario, con lo cual se puede llegar hacia aquellas metas definidas anteriormente.

**Bibliografía**

Anales de las Conferencias Panel ’75 a Panel ’84.
Folletos de desarrollo de las Conferencias.
Documentos de Actas de creación y organización de CLEI.
Acta de Declaración de Viña del Mar 1984
Registro de información a través de cartas y documentación con que cuenta la PUCV.
Recuerdos personales de los hechos.
Otros documentos revisados.

**Reconocimientos personales hacia personas e instituciones**

**Hacia personas**

Personalmente, he recibido varios reconocimientos por el hecho de haber sido el Secretario Ejecutivo de CLEI hasta el año 1989 y haber colaborado con la Conferencia Latinoamericana de Informática. Uno de estos fue el recibido por parte de CLEI en Santiago de Chile, durante Agosto de 2006 en su 32ª Conferencia, y ciertamente este reconocimiento se ha recibido en representación de todo el grupo que ha colaborado y apoyado en esta idea.

Deseo que me permitan nombrar a algunas personas que contribuyeron en forma preponderante al desarrollo de la idea:

Sr. Carlos José Pereira de Lucena, Profesor de la PUC-RJ Brasil.
Sr. Jorge Baralt Torrijos, Profesor de la USB, Venezuela.

Por la participación que tuvieron en la creación de CLEI y la itinerancia de la Conferencia Latinoamericana de Informática.

Sr. Amílcar Morales Ponce, Profesor de la UCV, y gerente de ISL Ltda., Chile.

Por el incansable apoyo que otorgó en el desarrollo de las 10 primeras conferencias (años 1974 a 1984).

Sr. Jorge Vidart , Profesor y Gerente TILSOR SA, Uruguay.

Por haber sido el Presidente de CLEI, que orientó y propuso dar los pasos acertados para transformar y darle la continuidad a CLEI.

Sr. José Pino Urtubia, Profesor del UCH, Chile.

Por su participación en las acciones que se desarrollaron con IFIP, y el hecho de haber sido un efectivo continuador en la Presidencia de CLEI.

Sr. Víctor Manuel Toro, profesor de la U. de los Andes, Colombia.

Por haber sido quien me reemplazó como Secretario Ejecutivo de CLEI, en el cual permanecí durante los años 1979 al 1989.

Reconocer a los Srs. Víctor Yockteng, Gustavo Pollitzer, Benjamín Barán, Héctor Pérez, José Luis Benza, y a todas las otras personas, que bien lo saben que soy un agradecido de cada colaboración aportada por cada uno de ellos.

**Hacia Instituciones**

No puedo nombrar sólo a personas, sino que también debo hacer un reconocimiento a las instituciones, que creyeron en la idea y la apoyaron para su desarrollo.

Las ideas deben ser amparadas por las instituciones a la cual pertenecen las personas, por esto que doy mi mayor reconocimiento a,

La Pontificia Universidad Católica de Valparaíso PUCV, Chile, y su Escuela de Ingeniería Informática, quienes creyeron en la idea y dieron su apoyo para desarrollarla, lo cual contribuyó a que fructificara esta Conferencia y además contribuyó en la creación de CLEI.

Debo necesariamente nombrar dos universidades, con las cuales la PUCV hace un triángulo virtuoso, el cual contribuyó al desarrollo de CLEI y darle la itinerancia de la Conferencia latinoamericana de Informática, estas son :

Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro, PUCRJ, Brasil, Universidad Simón Bolívar, USB, Venezuela y todas las universidades latinoamericanas y nacionales que integran CLEI, así como la Asociaciones de Profesionales de Informática que pertenecen a CLEI, por su colaboración y contribución al desarrollo de la conferencia.

También a las organizaciones que patrocinaron las conferencia, muy especialmente a la institución que me siento muy ligado, como es el CLEI y su Comité Directivo.

Al Comité Directivo de CLEI, que dirige y ha dirigido al CENTRO LATINOAMERICANO DE ESTUDIOS EN INFORMATICA, CLEI, que han debido tomar las decisiones adecuadas para crecer y solidificarse, y así contribuir en el desarrollo de la Informática Latinoamericana.

Finalmente a quiero dar las gracias a Dios, que me ha dado las fuerza y la salud para enfrentar las tareas destinadas.

Aldo D. Migliaro

# Redes Locais de Computadores – Projetos Pioneiros no NCE/UFRJ

J. F. Marinho de Araújo[1], G. C. Rodrigues[2], D. F. Takano[3],
M. H. C. Azevedo[4].

[1] Prof IM/UFRJ, Analista de Tecnologia da Informação – NCE/UFRJ,Vice Presidente LACNIC – Latin America and Caribbean Internet Address Registry.
[2] Prof IM/UFRJ, Analista de Tecnologia da Informação – NCE/UFRJ.
[3] Analista de Tecnologia da Informação – NCE/UFRJ.
[4] Analista de Tecnologia da Informação – NCE/UFRJ.

**Sumário** Esse artigo descreve dois projetos do hardware e software de Redes Locais de Computadores desenvolvidos no NCE/UFRJ no inicio dos anos 80. Uma das redes tinha topologia em anel e a segunda em barra simples, duas das principais alternativas em estudo à época. As redes foram implementadas com sucesso. O projeto da rede em anel, foi parcialmente financiado pela OEA, no âmbito do projeto REDLAC, e a rede em barra foi financiada pelo Citibank interessado no seu possível uso no Brasil.

**Abstract.**This article describes two hardware and software projects of Local Área Networks, developed at NCE/UFRJ in the early 80's . One of the LAN's had a ring topology and the other linear bus, two of the main alternatives being studied at that time. The nets were successfully implemented. The Ring project was supported by the Scientific Department of OAS as part of the REDLAC project and the bus net was financed by the Citibank , then interested in its possible use in Brazil.

**Keywords**: LAN, NCE. Rede Local de Computadores, rede em anel, rede em barra.

J. F. Marinho de Araújo[1], G. C. Rodrigues[2], D. F. Takano[3], M. H. C. Azevedo[4].

O NCE - Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ, foi criado em 1967 como Departamento de Calculo Cientifico da COPPE – Coordenação de Pós Graduação em Engenharia. Ele tinha como atividades dar suporte de informática a alunos e professores e dar apoio de informática às atividades administrativas da Universidade, como registro acadêmico e folha de pagamento. Uma linha de pesquisas e desenvolvimento, ainda incipiente, já tinha gerado resultados promissores na área de software [1].

Com o retorno ao NCE do pesquisador Ivan da Costa Marques do seu doutoramento nos EUA, a área de pesquisa a partir de 1973 recebeu um grande impulso [2,3]. Em 1981, diversos projetos de hardware e software já tinham sido desenvolvidos, dentro de uma estratégia que incluía:

- O projeto deveria estar inserido nas necessidades brasileiras de computação, ou seja visar atingir uma solução para um problema local, de preferência , um problema da própria universidade;

- Projetos com prazo de execução e termino bem definidos uma vez que a rápida evolução tecnológica, tornava a viabilidade econômica do projeto altamente dependente do seu prazo de execução;

- Os projetos deveriam ser vinculados ao ensino, no sentido que professores e alunos deveriam participar do seu desenvolvimento;

- Os projetos deveriam ser , de preferência, integrados no sentido de desenvolver na equipe a comunicação entre os profissionais de software e hardware;

- Os projetos deveriam ter complexidade crescente em relação aos projetos anteriores do grupo;

- E como ultimo requisito, a documentação do projeto deveria ter um rigorismo e um grau de detalhe de documentação industrial.

**Os projetos de redes locais**

No inicio dos anos 80, os avanços da microeletrônica tinham levado ao surgimento de mini e microcomputadores de baixo custo o que causou uma profunda alteração nas atividades de processamento de dados [4]. Um assunto de muito interesse do ponto de vista de pesquisa e desenvolvimento era a conexão desses equipamentos para o compartilhamento de recursos: impressoras, discos e porta de acesso à redes de longa distância, a alta velocidade em uma área restrita (um prédio, ou um campus universitário por exemplo ) , ao contrario das redes de longa distancia , podia ser projetada uma rede específica para essa finalidade, sem a necessidade de utilizar a infra estrutura de telefonia [5].

Varias opções de topologia para essas redes estavam sendo propostas:

Redes em estrela, redes em anel com mecanismos diversos para transmitir mensagens e as redes em barra, todas com mecanismos diversos para transmitir mensagens.
Uma dessas redes de barra simples, em desenvolvimento nos laboratórios da Xerox em Palo Alto na Califórnia, utilizava um mecanismo de acesso ao meio físico semelhante ao empregado na rede de longa distancia ALOHA [6], desenvolvida na Universidade do Havaí, chamado de contenção. Na rede local, o método proposto pela Xerox era chamado de CSMA/CD “Carrier Sensing Multiple Access /collision Detection ” [7].

O NCE, na época já com experiência no desenvolvimento de Hardware e Software básico, entendeu a importância que esse tipo de conexão teria no futuro. Uma equipe liderada pelos autores desse texto

desenvolveu dois projetos apresentados abaixo e que atendiam os requisitos estabelecidos pela Instituição para seus projetos de Pesquisa e Desenvolvimento.

**A - Rede local em Anel**

Baseada na experiência da Universidade de Kent na Inglaterra, com quem tínhamos fortes laços de cooperação , implementamos uma versão da rede desenvolvida na Universidade de Cambridge [8,9] e implementada também na Universidade de Kent. O projeto era parte do projeto REDLAC – Rede Latino Americana de Computadores, patrocinado pela OEA e que congregava quatro estabelecimentos de ensino superior, dois no Brasil: o NCE/UFRJ e a Escola Politécnica da USP, e duas mexicanas, a UNAM Universidad Autônoma de México e o IPN – Instituto Politécnico Nacional.

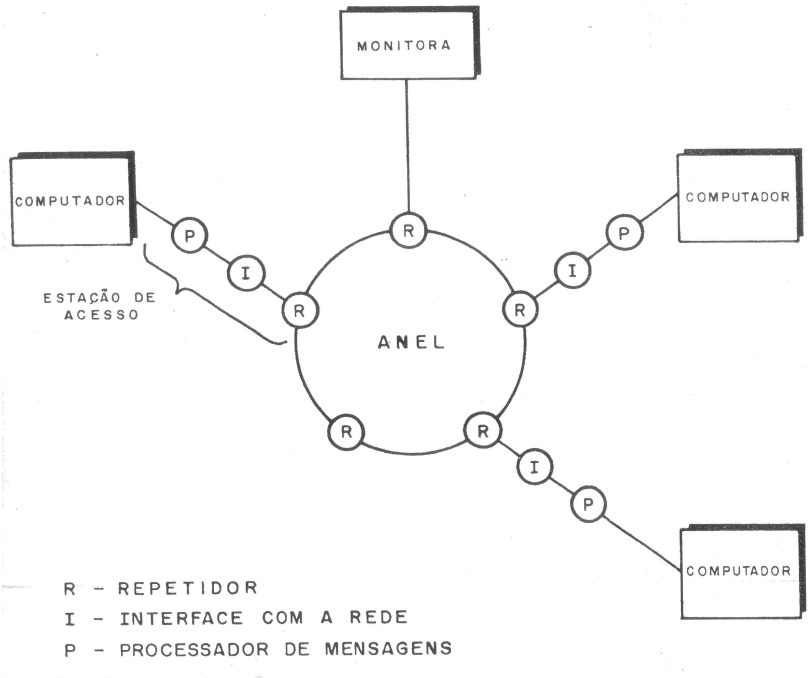
O projeto tinha como finalidade desenvolver em cada uma das instituições participantes, um grupo com conhecimentos e tecnologia própria na área de redes de computadores, bem como a troca de experiências adquiridas. Dentro do projeto REDLAC foram desenvolvidas quatro redes locais , cada uma com tecnologia diferente, visando particularidades próprias de cada instituição.

A rede , desenvolvida no NCE, entre 1979 e 1980, tinha as seguintes características:

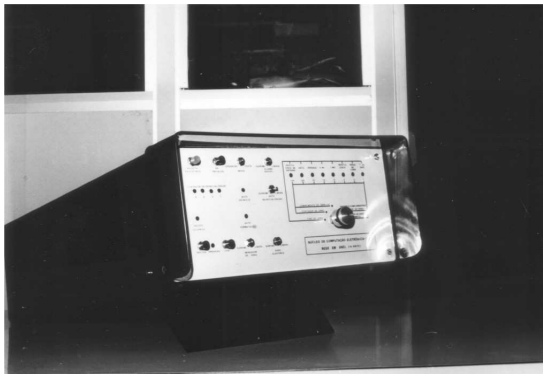
- Topologia em anel;
- Velocidade do anel de 10Mb/segundo , (à época velocidade equivalente ao de leitura de discos magnéticos);
- Meio de transmissão composto de dois pares de fios trançados, usados em comunicação telefônica;
- Distância máxima entre estações de 100 metros;
- Mecanismo de acesso utilizado conhecido como “empty slot”;
- Existência de uma estação especial chamada “monitora”, cuja função principal era inicializar a rede inserindo “pacotes vazios” no anel e controlar alguns tipos de erros..

Arquitetura do Anel

J. F. Marinho de Araújo[1], G. C. Rodrigues[2], D. F. Takano[3], M. H. C. Azevedo[4].




Estação monitora



Micro Software do anel e aplicação prevista:

computador com sua estação de acesso

**B - Rede local em barra simples .**

A partir da experiência com a implementação da rede em anel, o NCE foi contatado pelo grupo de Comunicações do Citibank, grupo esse baseado em Pompano Beach na Florida e dirigido pelo Dr, Erich Willner. O Banco estava estudando o uso de redes locais para interligar microcomputadores em suas atividades nos países onde atua. No Brasil, a legislação de reserva de mercado, não permitia a importação de equipamentos desse porte. A alternativa seria desenvolver no país tal equipamento. O Citibank decidiu financiar o projeto do NCE de redes locais, visando seu uso futuro no país. O engenheiro do banco Jacinto Mendes , foi encarregado de acompanhar o projeto.

O NCE concordou em especificar e implementar um protótipo dessa rede . Com o protótipo em operação, ele foi levando pela equipe para certificação pelos engenheiros do Citibank Banco em Pompano Beach na Florida, sede do grupo de comunicações.

Todo o projeto, desde a especificação até a construção do protótipo, foi desenvolvido em 10 meses, a partir de março de 1981.

A rede a ser desenvolvida, deveria obedecer as seguintes restrições:

- **Utilizar componentes disponíveis no Brasil**: o que se justificava pelas dificuldades existentes para importação de peças nesse setor e pela intenção de prestigiar produtos e tecnologia nacionais;

- **Baixo custo**: uma vez que a rede deveria conectar basicamente micros, seu custo deveria ser compatível com os desses equipamentos;

- **Controle inteiramente distribuído**: para evitar que uma estação tenha funções de controle e com isso, caso sofra uma pane, provoque paralisação total da rede;

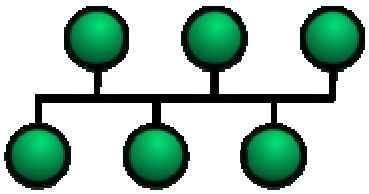
- **Transmissão de dados apenas**: não se pretendia utilizar a rede para transmitir voz ou imagem;

- **Facilidades para manutenção**: numa rede com centenas de equipamentos conectados em um prédio, a rápida localização de uma falha só pode ser feita se forem previstos procedimentos que facilitem essa localização e reparo;

- **Segurança**: foram definidos procedimentos e o nível em que a autenticação e a segurança das comunicações.

Arquitetura adotada [10]

Levando-se em conta os objetivos e restrições mencionados, optou-se por uma rede com as seguintes características:



Barra simples

Topologia – barra simples, por permitira controle inteiramente distribuído;

Método de Acesso – CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with collision Detection)

Meio de Transmissão – par trançado AWG22, por ser disponível no Brasil, barato e permitir fácil adição de novas estações;

Distancia máxima – 1000 metros;

Velocidade de Transmissão – 500 kbps;

Numero Maximo de estações – 255.
Esses numero foi escolhido de forma arbitrária, levando-se em conta que atende às necessidades da maior parte das aplicações então previstas e limita em oito o numero de bits necessários para endereça-las , o que facilitava o uso de pastilhas existentes. Um endereço foi reservado para difusão (broadcast ) de mensagens;

Ligação da Estação ao computador

Serial – ligação RS232-C com velocidade até 9600 bps (com possibilidade de aumento até aproximadamente 150kbps);

Paralela – Interface direta especifica para cada equipamento.

Protótipo da Estação da Rede local em barra

**Software da Rede em Barra**

O projeto de software envolveu dois componentes:

- software da pastilha Z80 que utilizada na placa da estação e responsável pela implementação do algoritmo de detecção de colisão e pela troca de mensagens com o microcomputador;
- adição no Sistema Operacional do microcomputador das rotinas necessárias para a comunicação com a placa de rede local.

Na época os microcomputadores a serem conectados eram do modelo Apple II [11], um dos primeiros microcomputadores produzidos em larga escala e que fez enorme sucesso. A primeira versão chegou ao mercado em 1977 e foi agressivamente comercializado nos anos 80. Embora contasse com o sistema operacional da Apple , o Apple DOS Operating System, preferimos adotar o CP/M (Control Program for Microcomputers) [12] , um sistema operacional criado para o Intel 8080/8085 pela Digital Research usado em vários microcomputadores da época e que prometia suporte para funções multiusuario.

**Equipe dos projetos:**

José Fabio Marinho de Araújo , Diogo Fujo Takano, Eliane Salek Aude,
Guilherme Chagas Rodrigues, Moacyr Henrique M de Azevedo, Mario Afonso S Barbosa, Luci Pirmez e Carlos Eduardo M de Azevedo.

**Conclusão**.

A estratégia definida pelo NCE /UFRJ para desenvolvimento de seus projetos se mostrou adequada. Os projetos de complexidade crescente levaram ao desenvolvimento de produtos de alto padrão, culminando no caso dos projetos de redes locais, com a contratação por parte do Citibank de um projeto especifico para atender suas necessidades de conexão local. Essa rede em barra, foi desenvolvida no tempo previsto (10 meses) , testada e aprovada pelos engenheiros do Banco em Pompano Beach, Florida. Pouco tempo após o término do projeto, as leis brasileiras que impediam a importação de equipamentos desse porte foram alteradas, tornando pouco atrativo para o Banco investir na industrialização do protótipo , uma vez que agora podiam importar os mesmos produtos que usavam em outros paises.

A vinculação ensino /pesquisa, fez com que os projetos de redes locais fossem trabalhos de tese de mestrado para alunos, varias publicações em simpósios e revistas e a publicação de 2 livros sobre redes locais

publicados no Brasil e um deles também na Colômbia e Espanha [13,14]. Essa vinculação era obtida através do engajamento de alunos de graduação e mestrado nas equipes de projeto e resultou no caso dessas redes em 3 teses de mestrado , vários projetos de fim de curso de graduação e na publicação dos livros didáticos mencionados.

REFERENCIAS


1- http://pt.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAcleo_de_Computa%C3%A7%C3%A3o_Eletr%C3%B4nica_(UFRJ
2- Computação na UFRJ: uma Perspectiva; Ivan da Costa Marques; CAPRE; Bol. Inf., Rio de Janeiro, v 2 (2) 21-28 abr/jun 1974.
3- Concepção e uso em produção dos protótipos do Núcleo de Computação Eletrônica/UFRJ na década de 1970. Ivan da Costa Marques. Publicado como capitulo 10 em: Aguirre e R. Carnota (ed.) Historia da Informatica en Latinoamerica y el Caribe: Investigaciones y testimonios. Rio Cuarto, Argentina: Universidad de Rio Cuarto, 2009.
4- Moving away from manframes: The Large Computer Maker`s Strategy for Survival, Business Week, February 1982.
5- Tecnologia de Redes Locais, José Fabio Marinho de Araújo, Relatório Técnico NCE-0182 setembro 1982.
6- ABRAENSON, N., "The Aloha Systems", Computer Communication Networks, Prentice Hall Englewwod Cliffs, N. Jersey, 1973.
7- METCALFE P. M. and BOGGS D. P., "Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Area Networks", Communications of the ACM, July, 1976.
8- A Rede Local de Computadores do NCE/UFRJ; José Fabio Marinho de Araújo, Guilherme Chagas Rodrigues, Diogo Fujio Takano e Moacyr Henrique Cruz de Azevedo; 1º SBRC – Simpósio sobre Redes de Computadores, Porto Alegre, Maio de 1983.
9- Arquitetura e Implementação da Rede Local do NCE/UFRJ; Diogo F. Takano, Eliane Prado Lopes Aude, Moacyr Henrique Cruz de Azevedo. Revista Brasileira de Computação Vol 1, N° 3, 1981.
10- Uma Rede Local de Baixo Custo; Moacyr Henrique Cruz de Azevedo; Tese de Mestrado , COPPE/UFRJ, março 1984.
11- http://en.wikipedia.org/wiki/Apple_II_series
12- http://en.wikipedia.org/wiki/CP/M
13- GIOZZA W. , ARAUJO , J. F. MARINHO; MOURA, J. A. B. , SAUVÉ, J. P., Redes Locais de Computadores: Tecnologia e Aplicações. São Paulo: McGraw-Hill, 1986.
14- MOURA, J. A. B. ; ARAÚJO, J. F. MARINHO**.** ; SAUVÉ, J. P. GIOZZA, W. F. *Redes locales de computadoras:* protocolos de alto nível y evaluacion de prestaciones. Madrid: McGraw-Hill, 1990.

# A batalha dos protocolos de redes de computadores localizada (no Brasil) no final do Século XX

Marcelo Sávio R. M. de Carvalho[1]
Henrique Luiz Cukierman[2]
Ivan da Costa Marques[3]

## 1. Introdução

Padrões técnicos podem surgir a partir de uma variedade de fontes. Às vezes, a primeira versão de uma tecnologia bem sucedida no mercado define um padrão; outros podem ser negociados via regulamentação ou especificação de normas técnicas; e há ainda os padrões criados e disseminados pelos fornecedores de determinada tecnologia. Os debates sobre padronização aparentemente podem parecer puramente técnicos, porém uma análise mais minuciosa sempre revela a mistura de questões econômicas, políticas e culturais que motivam os argumentos. Em relação à área de redes de computadores, a padronização é um assunto particularmente complexo. Por unir os campos das telecomunicações e da computação, as redes ficam sujeitas aos padrões criados em ambos os lados e, até mesmo dentro de cada lado, existem dezenas de organizações criadoras de padrões, locais ou internacionais, que se sobrepõem umas às outras na abrangência de suas especificações.

O objetivo principal deste trabalho é descrever uma parte da história da Informática no Brasil, relativa às redes de computadores e, mais especificamente, a que diz respeito à padronização dos protocolos de comunicação de dados, tratando o assunto através de uma abordagem sociotécnica da ciência e da tecnologia. Os referenciais que norteiam esse tipo de abordagem encontram-se nos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia, os quais ensinam como os valores sociais, políticos e culturais afetam a pesquisa científica e a inovação tecnológica e que a história da ciência e da tecnologia pode ser muito mais rica quando vista não como uma seqüência cronológica de invenções e descobertas, mas como uma história que reconhece as contingências, as bifurcações e os caminhos alternativos que poderiam ter sido percorridos. Segundo essa abordagem, deve-se acompanhar a construção de um artefato, tanto social como técnico, analisando-o não de forma dissociada, mas imbricado em uma rede sociotécnica cuja extensão e composição são sempre contingenciais, de maneira que não é possível mais identificar algo puramente social ou puramente técnico. Dessa maneira um artefato tecnológico, tal como um protocolo de rede, é o resultado de muito trabalho, no qual elementos heterogêneos – especificações, equipamentos roteadores, estudantes, sistemas operacionais, entidades de padronização, universidades, fabricantes, militares, eventos, artigos, operadoras, entre outros – os quais tenderiam a se distanciar, se fossem entregues à sua própria sorte, se justapõem numa rede que supera resistências num processo de "engenharia heterogênea", no qual elementos

[1] Arquiteto de Software da IBM Brasil - msavio@br.ibm.com.

[2] Professor Adjunto do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação (PESC), Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - hcukier@cos.ufrj.br.

[3] Professor Associado do Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia (HCTE), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - imarques@ufrj.br.

do social, do técnico, do conceitual e do textual se convertem para um produto como, por exemplo, um protocolo de rede que venha a se tornar um padrão.

Ao longo do texto não pretendemos apresentar, mas simplesmente apontar uma visão geral do cenário internacional do assunto na época, abrangendo o desenvolvimento dos seus principais discursos e suas tecnologias de suporte, os quais foram posteriormente vinculados às iniciativas de padronização de protocolos nas redes de computadores que aconteceram no Brasil. No que diz respeito à chamada visão internacional, nosso trabalho tem apenas objetivo de situar parcialmente o episódio brasileiro e não pretende ser exaustivo. Para esse fim devem-se procurar outros textos indicados nas referências bibliográficas, a saber: ABBATE, 2000; MAATHUIS, 2003; PADLIPSKY, 1985; RUSSEL, 2006 e TANENBAUM, 1996.

## 2. O xis da questão

Em meados da década de 70, após o sucesso das primeiras redes de comunicação de dados por comutação de pacotes (ARPANET nos Estados Unidos, Cyclades na França, etc.), surgiram os primeiros embates por definição de padrões, travados mais fortemente entre os fabricantes de equipamentos e as operadoras dos serviços públicos de telecomunicações, que mediam forças para tentar controlar esse novo e promissor mercado através de suas especificações técnicas.

Quando começaram a anunciar seus planos de construção das primeiras redes públicas de dados, algumas operadoras de telecomunicações não queriam basear seus futuros serviços em protocolos e tecnologias dos fabricantes de equipamentos[4], de forma a não se tornarem eternamente dependentes destes. Ainda que pudessem ditar os padrões locais, pois em sua maioria eram empresas monopolistas (estatais ou privadas), em algum momento essas operadoras precisariam se interligar, de forma semelhante ao que ocorrera no sistema telefônico internacional. Por essa razão, o *Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique*[5] (CCITT), entidade que representava os interesses das operadoras dos serviços públicos de telecomunicações, começou um trabalho de padronização para as redes de pacotes, que veio a ser publicado em 1976 sob o nome de Recomendação X.25. A pressão das operadoras de telecomunicações fez com o que o padrão fosse logo definido neaquele ano, porque, caso contrário, isso ocorreria somente em 1980 (o CCITT reunia-se, com esse objetivo, somente a cada quatro anos).[6]

Com o novo padrão definido, as operadoras conseguiram, com sucesso, pressionar os fabricantes de equipamentos a proverem hardware e software que o suportassem (ABBATE, 2000, pp. 153-154). Ao longo dos dez anos seguintes, diversas redes públicas de pacotes foram implantadas segundo essa especificação, como foram os casos da Telenet (Estados Unidos, 1976), Datapac (Canadá, 1977), Transpac (França, 1978), Euronet (multinacional, 1979), PSS (Inglaterra, 1980), DATEX-P (Alemanha, 1980) e DDX (Japão, 1980). No Brasil, a Empresa Brasileira de Telecomunicações (Embratel) lançou, em Novembro de 1984, a Rede

[4] Os grandes fabricantes de hardware possuíam protocolos e arquiteturas de redes incompatíveis entre si e específicos para seus equipamentos, como era o caso Burroughs (BNA), Digital (DNA), Honeywell (DSA), IBM (SNA) e Xerox (XNS).

[5] O CCITT foi criado em 1956 como um comitê da *International Telecommunication Union* (ITU). Após 1993 o CCITT passou a se chamar *Telecommunication Standardization Sector* (ITU-T)

[6] O conjunto de recomendações do CCITT era sempre publicado em um ciclo de quatro anos. As publicações eram identificadas pela cores de suas capas, a saber, 1960 (vermelho), 1964 (azul), 1968 (branco), 1972 (verde), 1976 (laranja), 1980 (amarelo), 1984 (vernelho), 1988 (azul) e 1992 (branco), que foi a última publicação quadrianual. A partir de 1992, essas recomendações passaram a ser publicadas separadamente e com periodicidade variada.

Nacional de Comunicação de Dados por Comutação de Pacotes (RENPAC), a qual no final da década de 80, passou a se comunicar com as redes X.25 de outros países através do nó internacional da rede INTERDATA.

Apesar de terem vencido a batalha contra os fornecedores de tecnologias de redes proprietárias, as operadoras começaram enfrentar oposição pelo uso crescente do TCP/IP, um outro protocolo para redes de pacotes, que vinha sendo desenvolvido ao longo da década de setenta, principalmente pela comunidade acadêmica da rede ARPANET, com o patrocínio dos militares norte-americanos.

Os protocolos X.25 e TCP/IP não são necessariamente mutuamente exclusivos, pois poderiam ser implementados em conjunto em uma única rede (o que veio a ocorrer de forma experimental). O problema é que, como nenhum dos dois havia sido projetado para trabalhar em conjunto, isso acarretava uma desnecessária duplicidade de funções. Na prática, portanto, representavam abordagens alternativas para a construção de redes de pacotes.

Ambos os protocolos servem para efetuar comutação de pacotes (unidade de transferência de informação) em uma rede de comunicação de dados. A forma de se fazer isso é que difere: o X.25 é um protocolo orientado à conexão que estabelece um circuito virtual fixo inicial por onde todos os pacotes seguirão e tem como vantagem a garantia de entrega dos pacotes de uma forma ordenada. O TCP/IP, por sua vez, não é orientado à conexão e usa o conceito de datagrama, no qual todos os pacotes (que têm endereços de origem e destino) são encaminhados independentemente, e reordenados na chegada, oferecendo flexibilidade e robustez (já que a rede pode reajustar-se em conseqüência da quebra de um enlace). Conforme será visto a seguir, essas duas abordagens, na verdade, refletem as diferentes posições a respeito das capacidades que uma rede pode oferecer e do controle que um operador tem sobre essas capacidades.

**Figura 1.** Tipos de comutação de rede
Fonte: TANENBAUM, 1996, p.131.

Para os especialistas em telecomunicações do CCITT, parecia fazer sentido que as redes públicas transmitissem dados de forma confiável e que toda complexidade dos circuitos virtuais seria tratada por uma sub-rede "inteligente" no meio, controlada pelas operadoras. De certa forma, viam as redes de dados como uma extensão do serviço de telefonia, em que a maioria dos usuários teria acesso aos computadores centrais através de terminais simples, assim como eram os aparelhos de telefone para as redes de voz. Nesse modelo, a interconexão se daria pela interligação entre as operadoras dos serviços públicos, que seriam poucas e de alcance nacional, preservando o modelo vigente.

Os projetistas de redes TCP/IP, por sua vez, assumiam, desde a sua concepção original, que a rede não era confiável e que o software dos computadores (*hosts*) de cada uma das pontas deveria sempre cuidar para que os pacotes fossem transmitidos (e retransmitidos quando necessário) sempre da melhor forma e

pela melhor (e mais barata) rota possível. O controle da rede, nesse modelo, estava na mão dos operadores dos computadores, ou seja, a inteligência estava nas pontas. A interconexão se daria pela interligação das inúmeras redes privadas que implementassem esse mesmo protocolo.

A dicotomia entre a visão que cada grupo tinha em relação à concepção e operação das redes de comunicação de dados acabou por gerar os pseudônimos "*netheads*" e "*bellheads*", para designar, respectivamente, os especialistas em Internet e os que trabalhavam nas operadoras de telecomunicações (o nome faz referência aos Laboratórios Bell da AT&T).

O embate entre X.25 e TCP/IP continuou[7] por alguns anos, mas acabou sendo "absorvido" por um novo desenvolvimento no cenário de padronização de redes.

## 3. Uma nova ordem mundial

Em 1978, um grupo de especialistas da *International Organization for Standardization* (ISO), organização internacional formada em 1947 por órgãos nacionais de normalização, criou um subcomitê (SC16) para estudar os problemas de interconexão de sistemas heterogêneos. Esse estudo, que começou com a iniciativa do *British Standards Institution* (BSI), resultou, no final daquele ano, na recomendação de um Modelo de Referência de Arquitetura de Sistemas Abertos (*Reference Model of Open Systems Architecture*), estratificado em camadas, que serviria de suporte ao desenvolvimento de protocolos-padrão. Em 1979, o Comitê Técnico 97[8] da ISO (ao qual o SC16 estava subordinado) concluiu o trabalho e definiu o Modelo de Referência para Interconexão de Sistemas Abertos (*Reference Model of Open Systems Interconection, RM-OSI*), padronizado em sete camadas e disponibilizou-o em 1981[9] como um *Draft International Standard* e publicou-o como um padrão oficial em 1984, através da norma ISO-7948[10].

A iniciativa da ISO abordou, pela primeira vez, o conceito de "sistema aberto"[11] definido como "o sistema capaz de suportar os padrões de comunicação OSI, de modo a interfuncionar com outros sistemas abertos de diferentes fornecedores" (CARVALHO, 1994, p. 4). Além disso, um sistema aberto primava pela disponibilidade pública e gratuita das suas especificações, que eram genéricas o suficiente para não se amarrarem a nenhum fabricante e alteráveis somente mediante solicitação de alguma organização oficial de normalização. A metáfora do sistema aberto (com suas sete explícitas camadas), em contraposição ao sistema fechado ("caixa-preta"), teve grande impacto e se transformou praticamente em um axioma das redes de computadores. Diversos livros foram publicados com as definições desse modelo, que foi adotado

[7] As redes X.25 ainda são usadas por operadoras em todo o mundo, ainda que o seu uso tenha diminuindo bastante, não só em função do TCP/IP, mas pela adoção de protocolos mais novos como *Frame Relay*, ISDN e ATM, por exemplo.

[8] Esse comitê TC97, denominado *Computers and Information Processing,* existe desde 1960, quando a ISO, entre outras coisas, definiu padrões internacionais de códigos de caracteres para intercâmbio de informações entre computadores.

[9] *Data Processing - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model*, ISO/TC97/SC16/DIS7498.

[10] A norma ISO-7498, possuía quatro partes, a saber, Parte 1 (*Basic Reference Model*, segunda e última edição em 1994), Parte 2 (*Security Architecture*, última edição em 1989), Parte 3 (*Naming and addressing*, última edição em 1997) e Parte 4 (*Management framework*, última edição em 1989). A partir de 1987 as normas do modelo OSI já passaram a ser uma publicação conjunta, quando o comitê técnico TC97 da ISO se aliou aos comitês TC83 e TC47B do *International Electrotechnical Commission* (IEC), formando o *Joint Technical Committee 1* (JTC 1), que passou a ser o único responsável por todas as especificações de tecnologia da informação (não houve um JTC2). Para mais informações consulte <http://www.iso.org/>.

[11] A partir do OSI o conceito de sistema aberto (*open system*) se estendeu para além das redes de computadores, sendo também aplicado, pelo mercado, para designar as máquinas com sistemas operacionais UNIX, que supostamente representavam um contraponto aos mainframes considerados então como "sistemas fechados".

como padrão didático em quase todos os cursos de redes de computadores. Diversos fabricantes de equipamentos revisaram suas arquiteturas de rede para que encaixassem e fossem apresentadas segundo o modelo em camadas do OSI.

A autoridade internacional da ISO fez com o que o modelo OSI fosse endossado por diversos países. Nos Estados Unidos, o governo apoiou eventos de disseminação do modelo e o próprio Departamento de Defesa (que era responsável pela ARPANET) anunciou, em 1987, que o OSI seria suportado futuramente em todas as suas redes. Na Europa, sua adoção foi maior, pois o OSI era percebido como uma forma de proteção contra os padrões dos grandes fabricantes norte-americanos, que dominavam o mercado de informática mundial (ABBATE, 2000, p. 172). Em 1986, foi criada a *Réseaux Associés pour la Recherche Européenne* (RARE) [12] entidade formada por diversas instituições acadêmicas européias para promover o desenvolvimento e uso dos protocolos OSI.

No Brasil, no final da década de setenta, ainda não havia nada que se referisse aos computadores e suas redes no sistema nacional de metrologia e normalização ou nos grupos de trabalho da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT),[13] representante do Brasil na ISO. Foi nessa época que o então Diretor do Departamento de Suporte a Sistemas do SERPRO[14], Mário Dias Ripper, decidiu levantar informações sobre a normalização técnica no Brasil e, principalmente, o que deveria ser feito para que o Brasil tivesse seus próprios padrões em informática (CARVALHO, 2003, p. 14). A tarefa coube a um dos seus subordinados, o engenheiro Lucas Tofolo de Macedo, que assim relatou a experiência:

> Em 1979, formei uma equipe com mais um representante do SERPRO, dois da CAPRE[15] e dois da DIGIBRÁS[16] e, como resultado desse trabalho, foi criado, pela ABNT, o Comitê Brasileiro de Computadores e Processamento de Dados – Informática (CB-21). A coordenação foi entregue a mim nos três primeiros anos, até que consegui assinar um convênio com o SERPRO, o INMETRO e a SEI[17] e

[12] A RARE, que teve origem na rede DFN alemã, passou a se relacionar com outras iniciativas européias em torno do OSI, como o *European Workshop for Systems* (EWOS), *Cooperation for Open Systems Interconnection in Europe* (COSINE) e o *Standards Promotion and Application Group* (SPAG). Em 1995 o RARE se juntou com o *European Academic Research Network (EARN*) e formaram a *Trans-European Research and Education Networking Association* (TERENA), associação de redes acadêmicas européias, com sede na Holanda. Para mais informações consulte: <http://www.terena.nl/>.

[13] A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) foi criada em 1940 e credenciada como fórum nacional para normalização em 1983, pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO), cujas políticas eram executadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Essas entidades surgiram em 1973 através da implantação do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO), com a promulgação da Lei 5.966, de 11-12-1973 (SOUTO, 1991, p. 36).

[14] O Serviço Federal de Processamento de Dados (SERPRO) é uma empresa pública vinculada ao Ministério da Fazenda, criada em 1964, pela Lei 4.516, de 01-12-1964, para prestar serviços em tecnologia da informação para a administração federal. Para mais informações consulte em <http://www.serpro.gov.br>.

[15] Coordenação de Assessoria ao Processamento Eletrônico (CAPRE), entidade criada pelo Decreto n° 70.370, de 05-04-1972, subordinada à Secretaria de Planejamento da Presidência da República, com o objetivo inicial de regular o uso dos recursos de informática na administração pública federal. Em 1975, passou também a controlar as importações de equipamentos e, através do Decreto n° 77.118, de 09-02-1976, assumiu o papel de formuladora do Plano Nacional de Informática (PNI).

[16] Empresa Digital Brasileira (Digibrás) – inicialmente Eletrônica Digital Brasileira – era uma *holding* estatal criada em 1973 com o objetivo de coordenar, planejar e controlar as atividades de implantação e operacionalização de subsidiárias que viessem a surgir no segmento de informática. Seus acionistas eram órgãos do governo (BNDE, Petrobrás, Telebrás e SERPRO). Sua única subsidiária foi a Computadores e Sistemas Brasileiros S.A. (COBRA), empresa criada em 1974 em sociedade com a Equipamentos Eletrônicos (EE), de capital nacional e a Ferranti, empresa inglesa que equipava as fragatas da marinha brasileira. A Digibrás foi extinta em 1984.

[17] A Secretaria Especial de Informática (SEI) foi criada em através do Decreto n° 84.067, de 08-10-1979, no governo militar do presidente João Figueiredo. Sua origem está associada a um trabalho feito pela Comissão Cotrim, formada em 1978 por representantes do Ministério das Relações Exteriores, do Conselho de Segurança Nacional (CSN) e do CNPq, e teve por objetivo

> estruturá-lo adequadamente com sede, móveis, pessoal, computadores etc. Após um período destinado à formação de seu corpo de associados, fui eleito presidente por dois mandatos sucessivos, de 1982 a 1986 (em entrevista concedida ao autor no dia 04-04-2006).

A motivação para a criação de uma padronização brasileira em informática não foi decorrente do movimento internacional em torno do OSI, que por acaso começou aproximadamente na mesma época, mas sim da visão da padronização como um instrumento de política industrial, conforme relata o engenheiro Lucas de Macedo:

> O que motivou a criação do CB-21 foi a necessidade de possuirmos padrões brasileiros para quando o prazo previsto para a reserva de mercado chegasse ao fim, conforme estava previsto na Lei de Informática. O objetivo era garantir que os fabricantes estrangeiros que aqui chegassem tivessem que abrir, ao menos parcialmente, suas "caixas pretas", para se adequarem às regras locais, o que beneficiaria as empresas nacionais na competição pelo mercado, quando este se tornasse aberto, através da criação de barreiras protecionistas não tarifárias (em entrevista concedida ao autor no dia 04-04-2006).

A ABNT, através do CB-21, elaborou um Plano Quadrienal de Normalização em Informática com cinco áreas de atuação (automação, hardware, software, teleinformática e instrumentação). Começou dedicando-se às normas básicas, sendo a maioria na área de hardware,[18] e foi se desenvolvendo com o apoio da Associação Brasileira da Indústria de Computadores (ABICOMP)[19] e da Sociedade dos Usuários de Computadores e Equipamentos Subsidiários (SUCESU)[20] (CARVALHO, 2003, p. 14).

Em 1983, após a publicação do modelo OSI como um padrão oficial da ISO, o CB-21 criou duas comissões[21] de estudos, uma para rede local e outra para redes de longa distância, com o objetivo de definir padrões de interconexão a partir das novas normas estabelecidas internacionalmente (AGUIAR, 2001, p. 114).

A abordagem da ISO, apesar de originalmente estar mais ligada aos fabricantes de equipamentos,[22] em muitos aspectos estava alinhada com a do CCITT, tanto que sua especificação para o serviço de rede estava baseada em circuitos virtuais ao invés de datagramas. De fato, os trabalhos de padronização da ISO e do CCITT logo convergiram, de forma que o modelo OSI passou a ser uma recomendação do CCITT (X.200) e algumas recomendações do CCITT ganharam status de padrão oficial da ISO, como foi o caso do X.25 (camada transporte de pacotes) e do X.400 (camada de aplicações, para correio eletrônico). Esta fusão normativa coincidiu com um movimento internacional de "convergência das tecnologias" de

---

fazer da informática uma área estratégica, ligada diretamente ao CSN. A SEI foi criada em substituição a CAPRE, extinta após investigação conduzida pelo Serviço Nacional de Informações (SNI) (DANTAS, 1989, p. 40).

[18] Entre os padrões definidos estão o Código Brasileiro para Intercâmbio de Informação (BRASCII) e os padrões ABNT para teclados de computadores e terminais.

[19] Entidade criada em 1979, foi a principal arregimentadora do Movimento Brasil Informática (MBI), a linha de frente empresarial da Política Nacional de Informática (PNI). A ABICOMP foi encerrada em outubro de 1992, após a aprovação da Lei de Informática que extinguiu a reserva de mercado.

[20] Entidade criada em 1965, inicialmente no Rio de Janeiro, e depois com representação em outros estados. Atualmente chama-se Associação de Usuários de Informática e Telecomunicações. Para mais informações, consulte <http://www.sucesu.org.br>.

[21] Até o final de 1985, o CB-21 implantou outras comissões de estudos que desenvolveram diversos projetos nas áreas de automação de serviços, comunicações interbancárias, comunicação homem-máquina, impressoras e portabilidade de dados e programas.

[22] Autores como Stallings (1998) e Tanenbaum (1996, p. 41) apontam a influência de alguns fabricantes na definição do modelo da ISO, como a Honeywell e IBM, cujas arquiteturas de rede possuíam o mesmo número de camadas que o OSI.

telecomunicações e informática, que fez com que o modelo OSI passasse a contar com o apoio das operadoras de telecomunicações.

No Brasil, chegou-se a admitir a possibilidade de criação de um Ministério da Telemática (AGUIAR, 2001, p. 35). Essa aproximação foi percebida mais fortemente em 1986, quando o Ministério das Comunicações[23] filiou, de uma só vez, todas as empresas do sistema Telebrás como sócias mantenedoras da ABNT – o que dava direito a voto com peso maior – resultando na imediata eleição do engenheiro Raul Colcher, então funcionário da Embratel, como novo coordenador do CB-21. A entrada das empresas do Sistema Telebrás no CB-21, com sua presença na esfera governamental, reforçou o processo de padronização em torno do OSI no Brasil, não só em relação à Embratel, que era a empresa encarregada das comunicações de dados no país, mas também pela experiência que tinham em padronização no CCITT, cujos esforços convergiam, cada vez mais, com os da ISO no plano internacional (CARVALHO, 2003, p. 14). Segundo Raul Colcher, além da entrada das empresas de telecomunicações no CB-21, o apoio da SEI, em conformidade com o discurso da política industrial, também reforçou o suporte ao OSI no Brasil:

> [...] houve também grande influência após a entrada da SEI no processo, principalmente através de Kival Chaves Weber, secretário-executivo da SEI na época, que dava grande importância estratégica ao modelo OSI, para o qual a padronização de protocolos era um dos instrumentos da política nacional de informática, na sua busca da independência das arquiteturas proprietárias dos fabricantes estrangeiros (em entrevista concedida ao autor no dia 08-05-2006).

De fato, após diversas regulamentações[24] em favor do OSI na Política Nacional de Informática, em agosto de 1987, por iniciativa da SEI, organizações governamentais (ABNT/CB-21, Banco do Brasil, COBRA, CTI[25], FINEP[26], IPT[27], SEI e SERPRO) e privadas (ABICOMP, Digirede, Itautec, SBC[28] e Scopus) assinaram um acordo de cooperação relativo à interoperabilidade com o modelo OSI, estabelecendo as bases para a criação da Rede Brasil de Interconexão de Sistemas Abertos (BRISA), inicialmente voltada para promover testes cooperativos. Em agosto de 1988, em evento da SUCESU no Rio de Janeiro, a Rede

[23] Antonio Carlos Magalhães era o Ministro das Comunicações (governo do Presidente José Sarney).

[24] A orientação governamental estava explicitada nos seguintes documentos: Lei n° 7232, de 29-10-84, artigo IV (que caracterizava a padronização de protocolos de comunicação como instrumento da PNI), Portaria Conjunta SEI/Minicom nº 001 de 19-10-84 (definia o modelo OSI e seus protocolos como preferenciais para adoção no Brasil), Lei n° 7.463, de 17-04-86 (I Plano Nacional de Informática - PLANIN) item 3.2.2.3.4 (definia como diretriz os protocolos OSI para interconexão de sistemas).

[25] O Centro de Tecnologia de Informática (CTI) fundação criada criada em 1982 em Campinas (SP), no âmbito da SEI, para ser o braço executor da Política de Informática estabelecida posteriormente. Inicialmente comportava quatro Institutos (Microeletrônica, Computação, Automação e Instrumentação). A partir de 1990, com as mudanças na política industrial e de abertura de mercado, seu papel de suporte à SEI/MCT reduziu-se significativamente. Foi extinto no ano 2000 com a criação do Instituto Nacional de Tecnologia da Informação (ITI), o qual em 2001 deixou de ser vinculado ao MCT e passou a ser à Casa Civil, sendo designado como Autoridade Certificadora Raiz da Infra-Estrutura de Chaves Públicas Brasileira (ICP-Brasil). Quando o CTI se transformou no ITI, ficou com uma parte em Brasilía e outra em Campinas, a qual voltou ao MCT como Centro de Pesquisas Renato Archer (CENPRA). Para mais informações consulte <http://www.cenpra.gov.br/ e http://www.iti.gov.br/ >.

[26] A FINEP é uma empresa pública vinculada ao MCT. Foi criada em 24 de julho de 1967, para institucionalizar o Fundo de Financiamento de Estudos de Projetos e Programas, criado em 1965. Posteriormente, a FINEP substituiu e ampliou o papel até então exercido pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e seu Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico (FUNTEC), constituído em 1964 com a finalidade de financiar a implantação de programas de pós-graduação nas universidades brasileiras. Em 31 de julho de 1969, o Governo instituiu o FNDCT, destinado a financiar a expansão do sistema de C&T, tendo a FINEP como sua Secretaria Executiva a partir de 1971. Para mais informações consulte <http://www.finep.gov.br >

[27] O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), foi fundado em 1899 como laboratório de resistência dos materiais da Escola Politécnica da USP (EPUSP), atuando nas áreas de pesquisa, educação e tecnologia. Para mais informações consulte <http://www.ipt.br >

[28] A Sociedade Brasileira de Computação (SBC) foi fundada em 1978, em Porto Alegre (RS). Seus congressos surgiram a partir da integração de dois seminários associados, chamados Seminário Integrado de Software e Hardware (SEMISH) e Seminário Sobre Computação na Universidade (SECOMU). Para mais informações consulte <http://www.sbc.org.br>.

BRISA foi transformada em Sociedade Brasileira para Interconexão de Sistemas Abertos [29], uma associação civil sem fins lucrativos, formada por fabricantes e usuários do mercado de informática cujo objetivo principal era disseminar o OSI, a exemplo do que ocorrera em outros países[30] (CARVALHO, 1994, p. 4). Ainda em 1988, o modelo OSI foi finalmente registrado no Brasil como norma da ABNT (NBR 10574: Interconexão de sistemas abertos de processamento de informação – Modelo básico de referência).

Apesar de todo discurso de padronização que o OSI trazia, ainda não estava assegurado que dois sistemas distintos, mesmo em conformidade com o padrão, fossem capazes de trocar informações entre si. O modelo OSI não especificava os protocolos ou serviços de cada uma das camadas e, para que dois ou mais sistemas fossem capazes de se interconectar, seria necessário que tivessem optado por um conjunto de protocolos compatíveis em todas as camadas do modelo. De modo a definir grupos padronizados e compatíveis entre si, foram elaborados os "perfis funcionais", que garantiam que dois ou mais sistemas dentro de um mesmo perfil fossem capazes de se intercomunicar. Um dos perfis mais difundidos[31] foi o *Government Open Systems Interconnection Profile* (GOSIP), definido em 1986 para uso dos órgãos governamentais e aplicado inicialmente na Inglaterra e posteriormente nos Estados Unidos. No Brasil, quando foi instituída a adoção do modelo OSI pela administração pública federal através de decreto presidencial em 1992,[32] houve a publicação do Perfil OSI do Governo Brasileiro (POSIG), elaborado pela BRISA[33] e baseado no modelo GOSIP, cujos dois primeiros artigos relatavam o seguinte:

> Art. 1º Os órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta e indireta, as fundações instituídas ou mantidas pelo Poder Público e as demais organizações sob o controle direto e indireto da União, ao adquirirem bens e serviços de informática, para comunicação e interoperação dos sistemas de tratamento da informação, devem observar a conformidade destes com as especificações do modelo de referência para interconexão de sistemas abertos OSI.
> Art. 2º Para a implantação do disposto no artigo 1º, fica aprovada a Arquitetura de Referência do POSIG - Perfil OSI do Governo Brasileiro (BRASIL, 1992).

A disseminação do modelo da ISO, principalmente com o apoio das operadoras de telecomunicações, fez emergir uma nova questão, agora entre o TCP/IP e o OSI. O fato do modelo da ISO ter sido publicado como padrão oficial quase no mesmo momento em que o TCP/IP se transformou em protocolo oficial da ARPANET e passou a vir embutido no sistema operacional UNIX, fez com que esse embate ganhasse ares de uma guerra "quase religiosa", que se arrastou por mais de uma década. Foi um

[29] A BRISA foi inicialmente presidida por Wilson Ruggiero, que era professor da USP e Diretor de Tecnologia da Scopus. Com o posterior declínio no interesse pelo modelo OSI, a BRISA afastou-se de seu foco original e atualmente é uma organização que presta serviços de consultoria e cooperação tecnológica nas áreas de tecnologia de informação e telecomunicações. Para mais informações consulte <http://www.brisa.org.br>.

[30] Além da Europa, onde o OSI era forte, entidades para promover a adoção do OSI foram criadas em outros lugares. Nos Estados Unidos, a *Corporation for Open Systems* (COS) em 1985 e, no Japão, a *Interoperability Technology Association for Information Processing* (INTAP), criada em 1985 pelo governo e o *Promoting Conference for OSI* (POSI), criado em 1987 pelos fabricantes.

[31] Alguns dos perfis de grande utilização foram o *Manufacturing Automation Protocols* (MAP) definido em 1984 pela *General Motors*, para redes de automação industrial e o *Technical and Office Protocols* (TOP) definido em 1985 pela Boeing para interligação de redes de escritórios. Em 1993 foi criado, nos Estados Unidos e Canadá, um perfil para atender tanto ao governo quando à indústria, chamado *Industry Government Open Systems Specification* (IGOSS).

[32] Essa medida colocou o Brasil entre os dez primeiros países a adotar o OSI como um padrão federal.

[33] Os perfis funcionais do OSI no Brasil foram elaborados pela BRISA e publicados em mais de cinqüenta páginas do Diário Oficial da União em 07-10-1992, no qual está escrito: "O Departamento de Administração dos Recursos de Informação e Informática da Secretaria da Administração Federal do Ministério do Trabalho e da Administração – DINFOR/SAF-MTA, de acordo com o Decreto n° 518 de 08-05-1992 que institui o POSIG e tendo em vista a portaria SAF/SCT n. 003, de 17-12-1990, que instituiu o PRONOR (Processo Normativo das Compras do Governo na Área de Informática), torna públicas as especificações técnicas iniciais dos perfis funcionais elaborados pela BRISA.".

período recheado de discursos acalorados em eventos, previsões sombrias (para ambos os lados) e inúmeras publicações de artigos especializados mostrando como migrar de um protocolo para outro (e vice-versa). No Brasil, um dos primeiros trabalhos efetuados pela BRISA, por exemplo, foi um "estudo de migração da arquitetura TCP/IP para OSI" (CARVALHO, 1994, p. 4). Uma comparação entre as camadas de ambos os protocolos pode ser vista na figura a seguir:

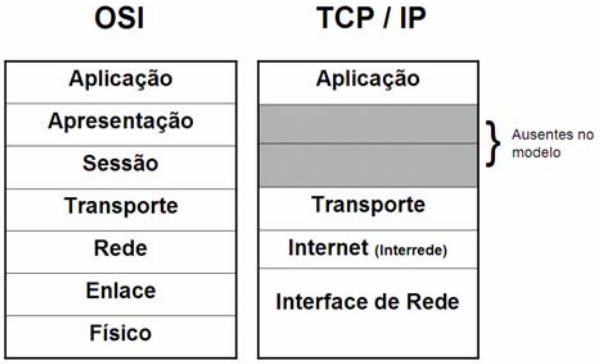



**Figura 2.** Camadas dos protocolos
Fonte: TANENBAUM, 1996, p. 36.

O TCP/IP também poderia ser considerado um protocolo aberto, uma vez que não era de propriedade de nenhum fabricante, estava disponível pública e gratuitamente e visava a interconexão (e não a exclusão) de redes. Mas, o fato do TCP/IP não ter sido estabelecido por uma entidade oficial de padronização (o representante oficial dos Estados Unidos na ISO era a ANSI, que não participara do desenvolvimento do TCP/IP), aliado ao estigma de estar associado a um desenvolvimento eminentemente dos Estados Unidos (berço das empresas que já dominavam o mercado mundial de informática) criou uma impossibilidade política para ISO aceitá-lo como um padrão aberto internacional.

O reconhecimento do TCP/IP como um padrão internacional começou a mudar com a entrada em cena do *National Bureau of Standards* (NBS),[34] instituição centenária vinculada ao Departamento de Comércio dos Estados Unidos, com a missão de:

> Promover a inovação e a competitividade industrial dos Estados Unidos através de avanços na ciência, tecnologia e padronização de medidas, de maneira a aprimorar a segurança econômica e a qualidade de vida[35] (NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY, 1995).

Apesar de ter apoiado o modelo OSI nos Estados Unidos, o NBS [36] iniciou um *lobby* para que a ANSI levasse a proposta de reconhecimento de alguns protocolos da Internet como padrões oficiais da ISO. Isso aconteceu em 1985, com a adoção do *Transport Protocol Class 4* (TP4) ou ISO 8073, que era baseado no protocolo TCP, e em 1986 com a adoção do *Connection-Less Network Protocol* (CLNP) ou ISO 8473, também conhecido como "ISO-IP", que era baseado no protocolo IP. O NBS também conseguiu que fossem

[34] O National Bureau of Standards (NBS), que em 1988 mudou de nome para *National Institute of Standards and Technology* (NIST), é também responsável por uma série de padrões na área de informática para o governo norte-americano, conhecido *Federal Information Processing Standards* (FIPS). Para mais informações consulte em: <http://www.nist.gov>.

[35] Tradução do original: *"to promote U.S. innovation and industrial competitiveness by advancing measurement science, standards, and technology in ways that enhance economic security and improve our quality of life",* disponível em <http://www.nist.gov/director/speeches/jeffrey_050306.cfm>.

[36] O NBS patrocinou vários *workshops* de disseminação e implementação do OSI e foi responsável pela publicação, em duas versões, do perfil GOSIP dos Estados Unidos (FIPS 146), a primeira publicada em agosto de 1988 e a segunda em outubro de 1990.

adotados, como padrão ISO, alguns protocolos de redes locais[37] desenvolvidos nos Estados Unidos, demonstrando que os mecanismos de padronização tecnológica também estabelecem ou reforçam hegemonias geopolíticas.[38]

A adoção do OSI na Internet passava mais pelo discurso da integração do que pelo da substituição do protocolo TCP/IP. O Departamento de Defesa, com o apoio do NBS, anunciou um direcionamento de implantação de *gateways* multiprotocolares, para integrar a Internet com os protocolos do modelo OSI:

> A Internet deve se preparar para suportar o uso dos protocolos OSI até o final de 1990, ou antes, se possível. O aprovisionamento de roteamento e encaminhamento multiprotocolares entre diversos fornecedores são objetivos importantes. [...] O IETF, em particular, deve estabelecer ligação com os vários grupos de trabalho do OSI para coordenar o planejamento para a introdução do OSI na Internet e facilitar o registro de informações pertinentes à Internet com as várias autoridades responsáveis pelo OSI nos Estados Unidos[39] (INTERNET ENGINEERING TASK FORCE, RFC 1120, 1989).

Na Europa, havia uma tendência de que suas redes adotassem o padrão X.25 como protocolo da camada de rede e procurassem aderir aos outros padrões do modelo OSI, na medida em que estes se tornassem disponíveis. Até acontecer isso, porém, cada país seguiu uma trilha própria. Por exemplo, a JANET (Inglaterra) operava uma rede X.25 privada, sobre a qual se usaram protocolos da família "livros coloridos".[40] A DFN (Alemanha) também definiu um conjunto de protocolos provisórios para uso interino. Independente desses esforços nacionais, começaram a ser criadas redes usando TCP/IP em instituições de pesquisa de alguns países europeus. No final de 1989, foi criado a *Réseaux IP Européens* (RIPE), um fórum de colaboração que passou a promover o uso de redes TCP/IP na Europa, que contou com o apoio da RARE, entidade de rede européia que até então promovia exclusivamente o OSI.

A Internet chegou ao final dos anos oitenta com uma estratégia de integração com o OSI e parte de seus protocolos oficialmente reconhecidos pela ISO, o que permitiu que a disseminação do TCP/IP continuasse sem uma pressão maior sobre aqueles que o estivessem usando. De fato o TCP/IP não só sobreviveu a essa "guerra dos padrões" como emergiu ainda mais forte nos anos noventa, alcançando uma disseminação global, não só pela expansão da Internet como também por sua adoção por parte de outras redes que se formaram em torno deste conjunto de protocolos.

## 4. A contribuição final do OSI, como material didático

[37] Os padrões Ethernet, Token-Ring e Token-Bus, que estavam definidos como padrões norte-americanos do *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), passaram a ter status de protocolos da camada de enlace do modelo OSI.

[38] O governo dos Estados Unidos é a maior entidade usuária de informática no mundo, o que faz com que seus padrões internos sejam amplamente adotados pelos fornecedores. Como exemplo há o algoritmo de criptografia *Data Encryption Standard* (DES) que vigorou no mercado mundial por mais de vinte anos, desde quando foi definido como um padrão federal pelo NBS em 1977.

[39] Tradução do original: *"The Internet should be positioned to support the use of OSI protocols by the end of 1990 or sooner, if possible. Provision for multiprotocol routing and forwarding among diverse vendor routes is one important goal.... The IETF, in particular, should establish liaison with various OSI working groups to coordinate planning for OSI introduction into the Internet and to facilitate registration of information pertinent to the Internet with the various authorities responsible for OSI standards in the United States",* disponível em: <http://rfc.net/rfc1120.html>.

[40] Em 1987, um relatório intitulado "Transição para os padrões OSI" ("*Transition to OSI Standards*") foi produzido pela comunidade acadêmica britânica, contendo uma estratégia de transição baseada em fases, de acordo com o estágio da rede e dos protocolos envolvidos, o resultado foi compilado em uma série de livros diferenciados pela cor, como por exemplo, "amarelo" (protocolos de transporte), "cinza" (protocolo de correio eletrônico) etc.

Apesar das intenções e do trabalho de inúmeras pessoas envolvidas no seu desenvolvimento, o OSI falhou ao tentar cumprir a promessa da compatibilidade universal. A maioria dos fabricantes continuou a oferecer seus protocolos proprietários,[41] ainda que às vezes oferecessem protocolos no padrão OSI quando havia alguma pressão inevitável por parte da demanda dos clientes.

As organizações que quisessem ligar seus computadores em rede deparavam-se com uma situação de extrema fragmentação no mercado. Aquelas que trabalhavam com um único fabricante podiam adotar suas especificações técnicas (comumente proprietárias) para o projeto de suas redes internas. Mas no que se referia à interconexão de redes distintas, a alternativa, que sempre ficava entre OSI e TCP/IP foi sendo decidida, cada vez mais, em favor do segundo.

A derrocada do OSI passou a ser irreversível a partir do reconhecimento oficial da Internet por partes dos governos e quando seus respectivos perfis governamentais foram descontinuados ou alterados para permitir a entrada do TCP/IP.

No Brasil, o Governo Federal editou, em maio de 1995, uma Nota Conjunta do Ministério das Comunicações (Minicom) e Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)[42] que, entre outras coisas, definiu o que era Internet:

> [...] A Internet é um conjunto de redes interligadas, de abrangência mundial. Através da Internet estão disponíveis serviços como correio eletrônico, transferência de arquivos, acesso remoto a computadores, acesso a bases de dados e diversos tipos de serviços de informação, cobrindo praticamente todas as áreas de interesse da Sociedade (BRASIL, 1995).

Posteriormente, em junho de 1997, através da Instrução Normativa Conjunta do MCT e do Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado (MARE) foi instituída a mudança no POSIG, fazendo referência específica ao uso do TCP/IP:

> A evolução tecnológica que ocorreu nos últimos quatro anos, desde a publicação da Arquitetura de Referência do POSIG e a convergência que está ocorrendo nas arquiteturas do Modelo de Referência OSI e da INTERNET, com a crescente utilização dos protocolos TCP/IP, implica na necessidade da atualização da Arquitetura de Referência do POSIG, conforme previsto no artigo nº 3 do Decreto nº 518/92, para a inclusão de tais protocolos (BRASIL, 1997).

Nos Estados Unidos, a descontinuação do modelo OSI ocorreu em maio de 1995, quando o NIST publicou a FIPS 146-2, destituindo o GOSIP (FIPS 146-1) e criando a *Profile for Open Systems Internetworking Technologies* (POSIT), que aboliu o uso dos protocolos OSI no governo federal:

> O FIPS 146-1 adotou o GOSIP que define um conjunto comum de protocolos OSI, que permitem interoperabilidade aos sistemas desenvolvidos por diferentes fornecedores e aos usuários de diferentes aplicações nesses sistemas intercambiarem informações. A mudança altera o FIPS-146-1 através da remoção do requisito de que as agências federais especifiquem os protocolos GOSIP quando adquirirem produtos e serviços de rede e sistemas e serviços de comunicação. A

[41] Alguns protocolos proprietários: Appletalk (Apple), DECNET (Digital), IPX (Novell), NetBIOS (Microsoft), NS/VT (HP), SNA (IBM) e VINES (Banyan).

[42] O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) foi criado pelo Decreto n° 91.146, de 15-03-1985, no governo do Presidente José Sarney (1985-1989).

> mudança referencia especificações adicionais que as agências federais podem usar na aquisição de protocolos de comunicação de dados[43] (NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY, 1995).

Em seguida, em outubro de 1995, o *Federal Networking Council* (FNC)[44] publicou uma resolução que, pela primeira vez, definiu oficialmente o que era a Internet para o governo norte-americano, fazendo menção explícita ao uso do protocolo TCP/IP:

> Internet se refere ao sistema de informação global que:
>
> (i) é logicamente ligado por um endereço único global baseado no *Internet Protocol* (IP) ou suas subseqüentes extensões;
>
> (ii) é capaz de suportar comunicações usando o *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP) ou suas subseqüentes extensões e/ou outros protocolos compatíveis ao IP; e
>
> (iii) provê, usa ou torna acessível, tanto publicamente como privadamente, serviços de alto nível baseados nas comunicações e referida infra-estrutura descritas nesta resolução[45] (FEDERAL NETWORKING COUNCIL, 1995).

## 5. Conclusão

Ao se debruçarem sobre as circunstâncias internacionais (leia-se Estados Unidos e da Europa) os pesquisadores constróem diversas explicações que levaram o OSI a sobreviver apenas como um modelo didático nas páginas dos livros. Alguns autores indicam que a abordagem do OSI, com seu modelo abrangente que visava abarcar todo o desenvolvimento de padrões era ambiciosa demais, o que levava a ISO a ser inevitavelmente lenta nas decisões e definições acerca dos protocolos (PADLIPSKY, 1985 e RANDALL, 1997). Outros indicam que o modelo OSI era muito complexo e possuía camadas em excesso (três a mais que o TCP/IP, por exemplo), além de que, para algumas dessas camadas, nunca foi desenvolvido nenhum protocolo, enquanto para outras, havia protocolos em demasia (SALUS, 1995 e TANENBAUM, 1996).

"O mercado escolheu o TCP/IP em detrimento do OSI". Essa frase, que resume pensamento dominante acerca desta questão, esconde o fato de que a escolha pelo TCP/IP, como acontece em qualquer

[43] Tradução do original: *FIPS 146-1 adopted the Government Open Systems Interconnection Profile (GOSIP) which defines a common set of Open Systems Interconnection (OSI) protocols that enable systems developed by different vendors to interoperate and the users of different applications on those systems to exchange information. This change modifies FIPS 146-1 by removing the requirement that Federal agencies specify GOSIP protocols when they acquire networking products and services and communications systems and services. This change references additional specifications that Federal agencies may use in acquiring data communications protocols.*

[44] Em meados dos anos noventa a infra-estrutura de redes de pesquisa nos Estados Unidos era provida por quatro agências do governo federal: a NSF, que financiava a NSFNET; o Departamento de Energia, que financiava a ESNET; a NASA, que financiava a *NASA Science Internet* (NSI) e a ARPA que financiava a DDN. A coordenação destas atividades passou a ser supervisionada, em 1995, pelo *Federal Networking Council* (FNC), entidade recém criada que reunia representantes destas quatro e de outras agências do governo federal (como o NIST). Em 1997, as atividades do FNC foram passadas para o *Large Scale Networking* (LSN). Para mais informações consulte <http://www.nitrd.gov /subcommittee /lsn.html>.

[45] Tradução do original: "*Internet refers to the global information system that (i) is logically linked together by a globally unique address space based on the Internet Protocol (IP) or its subsequent extensions/follow-ons; (ii) is able to support communications using the Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) suite or its subsequent extensions/follow-ons, and/or other IP-compatible protocols; and (iii) provides, uses or makes accessible, either publicly or privately, high level services layered on the communications and related infrastructure described herein*."

outra invenção técnica, é o resultado de um conjunto de redes de materiais heterogêneos que interagiram permanentemente entre si, conforme nos apresenta Pierre Lévy (1989, p. 182):

> [...] A invenção técnica revela-se como ruído desordenado de bricolagens, reutilizações, estabilizações precárias de disposições operatórias. Entre todas estas aglomerações de dispositivos heteróclitos e de idéias díspares, algumas, muitas vezes por razões contingentes, serão utilizadas pelo maior número e estabelecer-se-ão duradouramente. Passarão então por objetos técnicos homogêneos, coerentes, e manifestarão com naturalidade a sua evidência funcional.

A rede sociotécnica do TCP/IP garantiu que, ao longo de sua trajetória, suas técnicas pudessem ser discutidas, internacionalmente em fóruns abertos, ensinadas e distribuídas gratuitamente nos departamentos de computação das universidades e implementadas em sistemas comerciais. E ao fazer isso antes, e de forma muito mais distribuída do que o OSI, o TCP/IP conseguiu criar e manter uma maior base instalada e uma maior expertise técnica disponível, fortalecida ainda mais com a disseminação do UNIX, o uso da Internet e o suporte do governo norte-americano.

Apesar de toda a arregimentação de aliados em torno do modelo OSI, o esforço não foi suficiente para estabilizá-lo como o representante da interoperabilidade entre sistemas, restando-lhe o confinamento nas páginas introdutórias dos livros técnicos sobre redes de computadores. O futuro era do OSI, porém "a capacidade de previsão da tecnociência depende inteiramente de sua habilidade em propagar redes" (LATOUR, 2000. p. 407). No mundo e no Brasil o OSI se tornou mais um exemplo de tecnologia do futuro que nunca chegou a ser o que se esperava dela. No entanto, é possível entender detalhadamente as opções e os tempos, os avanços e os recuos do acompanhamento caudatário especificamente brasileiro desta viagem do OSI em direção ao lago das ficções, Também aqui estes meandros não são dados só pela lógica das técnicas, mas podem ser melhor explicados pelas batalhas e escaramuças das táticas, das estratégias e das lutas políticas, como as que aconteceram entre o Ministério das Comunicações e a SEI, acarretando a mudança na condução do processo.

**REFERÊNCIAS**

ABBATE, Janet, 2000, **Inventing the Internet**. Cambridge, MA, MIT Press.

AGUIAR, Sonia, DANTAS, Vera, 2001, **Memórias do computador:** 25 anos de informática no Brasil, São Paulo, IDG.

BRASIL, 1992, Decreto Presidencial n° 518, de 08 de maio de 1992. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 11 maio 1992, p. 5.828. Retificado no Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 26 maio 1992, p. 6.449.

BRASIL, 1995, Nota Conjunta. Ministério das Comunicações e Ministério da Ciência e Tecnologia. 31 maio. Disponível em: <http://www.cgi.br/regulamentacao/notas.htm>. Acesso em: 2 jun. 2010.

BRASIL, 1997, "Instrução Normativa Conjunta nº 1 de 13 jun. 1997". MARE/MCT, **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 20 jun. 1997, Seção I, p. 12.843.

CARVALHO, Rodney, 2003, **A evolução do mercado de redes locais no Brasil.** Disponível em: <http://www.automax-tec.com/Publics/RedesLoc.doc>. Acesso em: 2 jun. 2010.

CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito (Org.), 1994, **Arquiteturas de redes de computadores OSI e TCP/IP**. São Paulo, Makron Books; Rio de Janeiro, Embratel; Brasília, SGA.

DANTAS, Marco, 1989, **O crime de Prometeu**. Rio de Janeiro, Abicomp. Disponível em: <http://www.mci.org.br/biblioteca/o_crime_de_ prometeu. pdf>. Acesso em: 2 jun. 2010.

FEDERAL NETWORKING COUNCIL, 1995, "FNC Resolution: Definition of Internet". Disponível em: <http://www.nitrd.gov/fnc/Internet_res.html>. Acesso em: 2 jun. 2010.

INTERNET ENGINEERING TASK FORCE, 1989, "RFC 1120". Disponível em: <http://www.ietf.org/rfc/rfc1120.txt>. Acesso em: 2 jun. 2010.

LATOUR, Bruno, 2000, **Ciência em ação:** como seguir cientistas e engenheiros afora. São Paulo, UNESP.

LÉVY, Pierre, 1989, "A invenção do computador", In: Serres, Michel (Org.). **Elementos para uma História das Ciências III:** de Pasteur ao computador. Lisboa, Terramar.

MAATHUIS, Ivo, SMIT, Win, 2003, **The battle between standards: TCP/IP vs OSI victory through path dependency or by quality?** In: 3rd IEEE Conference on Standardization and Innovation in Information Technology, 22-24 October 2003, Delft, The Netherlands, Delft.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY, 1995, "Profiles for Open Systems Internetworking Technologies". Disponível em: < http://www.itl.nist.gov/fipspubs/fip146-2.htm>. Acesso em: 2 jun. 2010.

PADLIPSKY, M. A., 1985, **The elements of networking style and other essays and animadversions on the art of intercomputer Networking**, Authors Guild Backinprint.com, Lincoln, NE: iUniverse.com.

RANDALL, Neil, 1997, **The soul of Internet:** net gods, netizens and the wiring of the world**.** Londres, Computer Press.

RUSSEL, Andrew, 2006, **'Rough Consensus and Running Code' and the Internet-OSI Standards War**, IEEE Annals of the History of Computing, 28(3):48-61, 2006.

SALUS, Peter, 1995, **Casting the Net**: from ARPANET to INTERNET. Reading, MA, Addison-Wesley.

SOUTO, Franklin, 1991, **Uma visão da normalização**. São Paulo: Qualiymark.

TANENBAUM, Andrew, 1996, **Computer Networks**. 3. ed. New Jersey, NY, Prentice Hall; PTR.

# Depoimento e pesquisa: três empresários protagonistas da reserva de mercado dos computadores no Brasil

Ivan da Costa Marques [*]

## Introdução

No dia 06 de abril de 2006 o Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ patrocinou o encontro de um grupo de dez protagonistas da indústria de informática no Brasil. Naquele ano de 2006 transcorriam 30 anos da "Resolução 01 da CAPRE"[1] e este foi o mote do encontro cuja carta-convite, assinada por mim, eliminadas as formalidades, dizia o seguinte:

> Sou atualmente professor / pesquisador da UFRJ. Tomo a liberdade e tenho a satisfação de convidá-lo para um encontro de viés acadêmico a ser realizado no NCE / UFRJ no dia 06 de abril de 2006, das 09:00h às 17:00h. Este encontro situa-se no âmbito de um projeto mais ambicioso de constituir anualmente um Fórum Informática Brasil, inicialmente patrocinado pelo NCE / UFRJ. Nossa intenção neste primeiro encontro é fazer uma reflexão sobre o desenvolvimento tecnológico no Brasil, em particular sobre o desenvolvimento da tecnologia da informática no Brasil nos últimos trinta anos. Planejamos o encontro de dez pessoas compondo um espectro de opiniões com cinco protagonistas de atuação mais recente e cinco protagonistas com cerca de trinta anos de vivência nas questões de tecnologia no Brasil – a idéia é que todos se manifestem sem que haja propriamente uma pauta prévia, mas que haja tempo que permita uma apreciação atenta e minuciosa da colocação de cada um.

Embora não tenha havido a continuidade do "projeto mais ambicioso de constituir anualmente um Fórum Informática Brasil" conforme a idéia inicial, o primeiro encontro aconteceu e reuniu uma plêiade dos mais importantes protagonistas da indústria de computadores no Brasil. Até hoje seus registros não foram publicados. Devido às limitações inerentes ao enquadramento no SHIAL 2010 selecionei os depoimentos de três protagonistas que vivenciaram as décadas de 1970-1980, principalmente a dos anos 1980, em posições empresariais de destaque: 1) Carlos Eduardo Correia da Fonseca (Carman) foi fundador da ITAUTEC, o braço do Banco Itaú na

[*] Professor Associado. HCTE - Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Tecnologias e Epistemologia da UFRJ. Agradeço ao NCE/UFRJ o suporte, sem o qual o evento aqui tratado não poderia ter acontecido. imarques@ufrj.br

[1] CAPRE – Coordenação para o Aperfeiçoamento das Atividades de Processamento Eletrônico – era foi órgão responsável na então Secretaria de Planejamento (atual Ministério do Planejamento) pela condução da Política Nacional de Informática no Brasil até 1980, quando foi extinta e substituída pela SEI – Secretária Especial de Informática.

indústria dos computadores e uma das pouquíssimas empresas brasileiras que permanecem no mercado desde o período da chamada "reserva de mercado" até hoje; 2) José Ellis Ripper, que se apresentou como "consultor não remunerado e dono de empresa", foi fundador da ASGA, outra empresa sobrevivente daquele período; e 3) Rudolf Hohn foi presidente da IBM do Brasil de fevereiro de 1986 a janeiro de 1997. Os três empresários continuavam plenamente ativos em 2006, Ripper na sua ASGA, Carman como diretor de informática do ABN AMRO Bank no Brasil (Banco Real) e Rudolf com sua própria empresa de produção de software.

**1º testemunho: Rudof Hohn**

Estive 31 anos na IBM. Mais satisfeito ainda de poder falar aqui sem o peso do logo. Meu desejo é o desenvolvimento do Brasil e sempre foi. Como presidente da IBM sempre tentei fazer tudo o que fosse possível no sentido de que as decisões que fossem tomadas fossem benéficas para o país. Olhando a questão que estamos discutindo aqui, o objetivo nosso é aprender com o que fizemos para fazer melhor na frente. É nesse sentido que nossa discussão aqui deveria agregar valor. Pegar aquilo que na realidade temos de mais valioso, que é a capacidade nossa de criar, de se associar. Fui nomeado mentor das empresas incubadas e acabei me associando a uma delas. Hoje sou produtor de software. É uma experiência nova.

Olhando para trás, tivemos uma oportunidade de viver um período muito rico. Porque, na realidade, criamos algo único, no mundo inteiro. E eu, principalmente, pertencendo a uma empresa que era afetada por isso, perdi parte dos meus cabelos em função disso. De ter que criar uma maneira de conviver com algo que na realidade visava conter o desenvolvimento da empresa no país. Mas, olhando agora, sem o peso do logo no ombro, podendo analisar tranquilamente, como brasileiro, eu acho o seguinte. Precisamos ver quais são as ferramentas que nós precisamos usar para poder promover o que nós queremos, isto é, como entrarmos de forma competitiva nos mercados externos. Eu ainda vejo, hoje, dois problemas na época da reserva de mercado. O primeiro deles é que ela foi dirigida exclusivamente para o hardware, que depois se transformou praticamente numa *commodity* no mundo. O segundo foi o pouco foco dado ao software. Naquela época, eu falava muito que deveríamos dar mais importância ao software ou eventualmente à microeletrônica que, na realidade, eram os itens que realmente deveriam estar exigindo todo nosso foco. A grande diferença entre o hardware de informática e o hardware do automóvel é que se nós traçarmos uma curva de evolução tecnológica, enquanto você está no período de crescimento ou seja com a tecnologia em franca evolução, se a abcissa for o tempo e a coordenada a demanda do mercado, na medida em que uma tecnologia mata a outra em um curto espaço de tempo, como é o caso na informática, a massa crítica que você tem para amortizar seus investimentos é muito pequena, pois o tempo de vida dela é muito curto (como a curva é íngreme durante a evolução da tecnologia o espaço de tempo, abcissa, é muito curto). Enquanto que, se você lança um automóvel, que já está tecnologicamente em uma fase mais saturada, você pode lançar um motor hoje e preservar o mercado porque na realidade ele vai perdurar por muito mais tempo e você vai poder amortizar o seu investimento durante um tempo muito maior do que é dado para você na área de tecnologia. Esse, para mim, é um dos pontos que não foi olhado. O outro foi a questão do software. Por outro lado, qual seria a solução para que nós pudéssemos

promover o desenvolvimento local seja de hardware seja de software? Eu quero dar aqui um testemunho da experiência que tivemos na IBM da qualidade do nosso pessoal. Nós montamos uma fábrica em Campinas em 69, 70. Levamos 80 pessoas do Rio de Janeiro para lá e admitimos 1500 pessoas lá. Em cinco anos, alguns desses funcionários foram requisitados por laboratórios do exterior e lá ficaram desenvolvendo computadores. E, além do mais, os que eram fabricados aqui foram exportados para o Japão com 100% de satisfação do cliente japonês. Isso mostra a capacidade que nós tivemos de produzir coisas, produtos de alta tecnologia, altamente sofisticados e exportar para o mundo. Outro aspecto importante quando se fala em sermos competitivos – e aí eu concordo com o que se falou aqui – é que não adianta tentar copiar a Índia ou a China. Porque nós não vamos mais competir com mão de obra barata. Não é esse o nosso destino, a meu ver. Nós temos que olhar mais para o valor agregado porque eu acho que é aí que nós podemos nos diferenciar competitivamente e comparativamente. Talvez se, naquela época da reserva de mercado, tivéssemos olhado o mundo como mercado, e não o Brasil como mercado, teríamos chegado a um patamar diferente do que chegamos. Se nós achamos que ela poderia ter dado certo, de alguma outra forma, ela deveria ser replicada. Se a gente acha que ela não deu certo e não daria certo no formato a que se propôs, eu acho que ela não deveria ser replicada porque seria um erro voltar ao mesmo modelo. Eu acho que essa é uma pergunta que devemos nos fazer. Outra questão é a da massa crítica, porque quando se fala em produção de hardware, de microeletrônica, temos que falar em competitividade. Eu não queria me expandir muito sobre isso, mas queria colocar esses dois pontos para uma reflexão nossa. Porque acho que é muito importante olhar para trás e ver o que deu certo e o que não deu. Eliminar o que não deu, tentar pegar o que deu e tentar projetar isso para a frente.

E queria registrar um ponto para terminar. Eu acho que nós precisamos entender que na área de informática acontece o mesmo que aconteceu no mundo em termos dos diferenciais de competitividade. Nos anos 60, os fatores que diferenciavam um produto do outro eram fundamentalmente custo. Os japoneses no mercado, com produtos muito baratos e na realidade esse era o único diferencial. Eu me lembro na época, os transformadores, os disjuntores, tudo era muito barato, de baixa qualidade, mas vendiam no Brasil. Nos anos 75, década 80 os japoneses viram que se eles não entrassem na qualidade teriam problema muito sério. Importaram dos EUA o fazer com qualidade e passaram a ter um novo fator de competitividade no mercado, a qualidade. O custo passou a ser condição de emprego e a qualidade passou a ser o diferencial. Isso foi até a década de 90, quando um novo diferencial entrou no mercado. Não era mais nem custo nem qualidade. O diferencial passou a ser a velocidade. Velocidade de decisão, de inovação, de processos, enfim, de tudo. Qual será o próximo? Qual vai ser o próximo divisor competitivo de mercado? Na minha opinião, vai ser o social e o ambiental. Se nós não implantarmos isso nos custos dos nossos produtos ninguém vai resolver esse problema. E já está acontecendo. Começam hoje a não comprar produtos que não sejam ambientalmente saudáveis e que não sejam socialmente responsáveis. Eu acho que a mesma coisa a gente deve estar olhando na informática, ou seja, qual é o futuro? Para que a gente pudesse fazer aquilo que o americano chama de "leapfrog", ou seja, investir na frente, investir em uma coisa nova, algo que vai ser o divisor competitivo lá na frente. Isso é o que nós deveríamos estar pensando. Se nós formos inteligentes para fazer isso, acho que a gente será capaz de poder vencer mais à frente de uma forma mais adequada.

**2º testemunho: Carlos Eduardo Correa da Fonseca (Carman)**

Na época da reserva eu fui praticamente fundador da Itautec, que deixei após 20 anos, ao me aposentar do grupo Itaú. Voltei ao mercado, estou trabalhando no ABN. Tentando fazer essa avaliação provocada pelo Ivan.

A política de informática deu certo ou não deu certo? Devemos ser pragmáticos. Não deu certo. Erramos em alguns pontos e hoje não temos uma indústria de informática competitiva a nível internacional no Brasil. Não podemos esconder. Essa é a realidade. Mas tiveram muitos aspectos positivos? Tiveram. Eu vivi alguns deles e viveria de novo. Todas as opções que tomei na minha vida eu tomaria de novo. Não ganhei dinheiro mas tive uma oportunidade muito grande de ver desafios fantásticos e trabalhar em coisas formidáveis. Foi um momento muito bonito, muito gostoso, ver aquela juventude acreditando, ver filas na porta da Itautec, o pessoal querendo entrar e trabalhar conosco. Era realmente emocionante. Mas acho que devemos analisar principalmente aqueles pontos que foram mais difíceis. Aquela época em que começou a política de informática era um momento de transição. As grandes empresas de informática do mundo tiveram grande dificuldade de se adaptar à nova realidade dos microcomputadores. Se nós tivéssemos jogado direitinho nós poderíamos ser hoje um país líder. Das grandes empresas mundiais da área de informática praticamente só subsistiu a IBM. Data General, Nixdorf, Unisys praticamente acabaram em termos de fabricação de computadores. Os próprios grandes fabricantes japoneses que se meteram a fabricar mainframes também abandonaram a área. Então, houve uma mudança na indústria e a gente também poderia ter levado vantagem. E naquela altura, estávamos no mesmo nível que estavam Taiwan e a Coréia. A grande diferença dos dois foi o foco. No Brasil, nós abrimos o leque. Primeiro, nós só olhávamos para dentro. Só olhamos para o mercado brasileiro. Em nosso ufanismo de Brasil grande e soberania nacional, nós não fizemos a avaliação correta de que o mercado brasileiro era insuficiente para bancar o nível de investimento que precisaria ser feito para ocupar um espaço no cenário mundial. Então nós ficamos olhando para dentro, tentando resolver só a coisa aqui dentro, sem olhar para fora. Enquanto tanto Taiwan quanto a Coréia tiveram como foco exatamente o mercado exterior. Taiwan teve foco num produto, *motherboard*, e se tornaram no maior fabricante mundial naquela época. E evoluíram e são os líderes mundiais de *notebooks*. Praticamente quase todo o mundo compra *notebooks* de Taiwan. O sucesso das *motherboards* foi alavancando as indústrias de componentes, de *harddisks*, em função do domínio que eles tinham desse produto. Vamos comparar com a Coréia. Também teve a questão do foco. Mas um foco um pouco diferente. Foi um foco em exportação mas um foco em quatro empresas, dos grandes grupos coreanos (Samsung, LG etc). Eles focaram na grande capacidade de investimento dessas empresas e em grande massa de dinheiro. E essas empresas investiram maciçamente em microeletrônica, em memória. E aí foi o grande jogo deles, que ocuparam uma posição de destaque, praticamente derrubando o Japão e os Estados Unidos nessa época.

O primeiro grande problema nosso foi essa falta de foco da política de informática. Tentamos fazer tudo ao mesmo tempo. Chegamos ao exagero de automação industrial. Acho que a pá de cal definitiva da política foi quando usaram toda a indústria brasileira contra a política de informática. Porque no momento em que precisavam robotizar as linhas da indústria automobilística, as montadoras foram proibidas de importar as máquinas para a automação industrial. Aí foi um problema complexo. No caso dos microcomputadores foi outro problema complicado. Quando nós começamos a trabalhar com micro, 'vamos nacionalizar o *winchester*.' O *harddisk*. Uma bomba. Primeiro porque se trouxe

tecnologia obsoleta para fazer os *winchesters* no Brasil, que era maneira de comprar meio barato o que vinha lá de fora. E depois porque era uma dificuldade enorme para montar o *winchester*, que dava um defeito atrás do outro. Dava uma chacoalhada na mesa e o *whinchester* parava de funcionar. O ponto positivo da indústria foi desenvolver um volume de mão de obra fantástico para a área de informática. Pessoas com capacidade de trabalhar em várias áreas, tanto de hardware quanto de software. A política também pegou software. Passamos a fazer sistema operacional no Brasil. Particularmente, na Itautec, eu me envolvi em dois grandes projetos de software. Um deles foi um sistema operacional para micro. Fizemos uma parceira com a Scopus para desenvolver o Sisne no Brasil. Enfrentamos um processo da Microsoft e conseguimos sair. Outro projeto foi com a Cobra, para desenvolver o SOX. Foram projetos bastante ousados. Portanto nós também tentamos desenvolver software e exportar software. E aí houve um problema. Existia um dogma naquela época, que exportar mão de obra era um pecado. Se deveria exportar um produto. Então tentamos exportar software. No caso da Itautec nós chegamos a abrir uma empresa nos Estados Unidos e tentei exportar um software que funciona muito bem até hoje. É um monitor transacional para *mainframe*, que funciona no Itaú e no Banco do Brasil, que se chama gerenciador de rede Itaú e gerenciador do Banco do Brasil. Nós miniaturizamos esse software e geramos um monitor transacional para microcomputadores e tentamos exportar para os EUA. Foi um fracasso esse projeto e depois vim a entender o porquê. Porque é muito difícil. Como que alguém iria comprar um software básico do Brasil (lembrando que naquele ano repercutia no mundo inteiro a matança de crianças na Candelária)? Qual a garantia que essa tal de Itautec estaria no mercado dali a três anos? Qual o investimento que a empresa precisaria fazer para desenvolver os seus aplicativos em cima de uma plataforma de um país que não valorizavam. E quem iria acreditar no Brasil naquele tempo lá fora? Então é um problema complexo. Então tentamos vender pacotes. E acho que isso também foi um erro. Nós deveríamos ter caminhado na linha de entender que o pessoal queria mão de obra barata e ter explorado isso da mesma maneira como a Índia explorou.

**3º testemunho: José Ellis Ripper**

Meu nome é José Ripper. Profissão: conselheiro não remunerado e dono de empresa. Eu vou discordar bastante dos meus predecessores.

Quando o presidente Figueiredo tomou posse, ele deu três prioridades para o seu governo. A primeira foi energias alternativas, a segunda microeletrônica e não me lembro qual foi a terceira. Naquela época, a Unicamp, onde eu trabalhava, devia ter cerca de 150 pesquisadores em energias alternativas. Dois anos depois, tinha 30. Existia um programa de microeletrônica extremamente ativo no Brasil e, dois anos depois, não tinha nem metade.[2] Na hora que [a microeletrônica] vira prioridade de governo é sentença de morte. A começar pelo fato de que os órgãos do governo começam a brigar para ver quem é o pai. Quem estava tocando o programa pára de funcionar. Eu queria falar sobre o que houve. Porque a reserva de mercado virou o vilão de tudo? Eu desconheço qualquer país do mundo que se desenvolveu sem alguma forma de reserva de mercado. Você vê hoje a

[2] A substituição da CAPRE pela SEI, ocorrida quando o General Figueiredo tomou posse, não foi somente um ato administrativo mas também uma truculenta intervenção política da polícia política da ditadura – o SNI (Serviço Nacional de Informações) – que marcou um repentino afastamento da condução da Política Nacional de Informática de práticas democráticas que eram exercidas pela CAPRE em meio ao governo ditatorial. Ver (Dantas, 1988), (Marques, 2003).

diferença entre Rússia e China. Eu visitei a China em 1977 e interagi muito com a Rússia nessa época, em termos de pesquisa. A Rússia era um país bastante desenvolvido enquanto a China era um país agrícola. A Rússia, se não tivesse bomba atômica e petróleo, hoje não se ouviria falar mais nela. Ela realmente acreditou num modelo de não ter nenhuma reserva de mercado enquanto a China fez uma forma de reserva de mercado, que era de chegar para as empresas e dizer: eu tenho aqui um mercado grande e se vocês querem vender aqui tem que vir nos meus termos. Mas passamos em poucos anos de aprovação da primeira lei de Informática com a quase unanimidade do Congresso, com o apoio das lideranças de todos os partidos, para poucos anos depois virarmos o vilão da história. Por que? Provavelmente foram cometidos muitos erros. O primeiro grande erro foi aquilo que foi tocado pelo Carman. Aqui vale um esclarecimento, que a história que a importação de robôs foi vetada pela SEI[3] não é verídica. Eu na época dava assessoria à SEI e sei que ela autorizou a Ford  e ela dizia que não tinha mercado para aqueles carros. É uma lenda que foi criada. Mas certamente na política se tentou usar uma indústria para alavancar as outras. Isso terminou criando um monte de oposições. O segundo ponto era uma coisa que ninguém percebeu: é que o PC era um bicho diferente. O PC não era um bem de informática mas um bem de consumo. E no consumo, vinga padrão. Não interessa se Betamax é melhor ou pior que VHS, o que interessa é o padrão que vinga. Então, tentar recriar a tecnologia em cima de um bem de consumo sem ter a estrutura de distribuição de produto de consumo que tem no mercado mundial não só se tornou difícil, oneroso, mas de repente se tornou impopular. Então você tinha o público dizendo que estava sendo prejudicado pela reserva de mercado. Embora, na época, as diferenças de preço do PC aqui e lá fora não eram maiores que as do videocassete aqui [e lá fora], e certamente a diferença de tecnologia era menor. Mas se permitiu ser usado isso. E isso em poucos anos virou... Na verdade, os grandes inimigos não foram as empresas estrangeiras. Certamente houve pressões do governo americano. Acho que a IBM foi provavelmente a empresa mais beneficiada pela reserva de mercado. Apesar de ser considerada na época a grande vilã. Porque exatamente a IBM tinha isso que o Rudolf falou, que há muitos anos ela tinha como política usar o pessoal local no seu alto *management*. O Rudolf certamente não foi o primeiro nem o último brasileiro a dirigir a IBM no Brasil. Coisa que pouquíssimas empresas estrangeiras faziam naquela época. A IBM, por ter um *manager* brasileiro, por se adaptar à política, mostrando para a matriz que tinha que usar regras diferentes, ela conseguiu dominar o mercado que em princípio não estava reservado para as nacionais porque as outras, seus concorrentes, não tinham a menor possibilidade porque elas não produziam no Brasil. Acho que houve esse processo e que o governo inclusive criou regras especiais para a IBM. Tinha que ter uma política de balança de pagamentos positiva, não só comercial. Então ela reagiu usando sua estrutura para exportar muitos produtos brasileiros.

Eu acho que a falta de foco foi, certamente, um dos problemas reais da política. E acho que ainda é hoje. A concentração mais em hardware do que em software existe hoje. O nosso PPB[4] é baseado em hardware porque nós não sabemos fazer software.

[3] A SEI expandiu para outros artefatos de informática, particularmente para os microcomputadores, os critérios de controle das importações que a CAPRE havia instituido para os minicomputadores. Ver Marques (2003).

[4] PPB = Processo Produtivo Básico. Resumidamente, o PPB consiste de etapas fabris mínimas necessárias que as empresas deverão cumprir para fabricar determinado produto como uma das contrapartidas aos benefícios fiscais estabelecidos por lei (Lei de Informática e Zona Franca de Manaus). É legalmente definido como "o conjunto mínimo de operações, no estabelecimento fabril, que caracteriza a efetiva industrialização de determinado produto". Essa definição foi incorporada ao art. 7º do Decreto-Lei n.º 288, de 28 de fevereiro de 1967, que regulamentou a Zona Franca de Manaus. Esta definição consta da Lei n.º 8.387, de 30 de dezembro de 1991 e foi incorporada ao art. 7º do Decreto-Lei n.º 288, de 28 de fevereiro de 1967.
Fonte: http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=2&menu=1103 (consultado em 03/06/2010, 15:00h – Rio de Janeiro)

> Teoricamente software é um dos pólos da política industrial, o único órgão que está tentando agir de alguma forma é o BNDES mas está em parte amarrado porque não existe algo que diga o que é um software nacional. Um dos benefícios da política de informática foi essa ênfase em desenvolvimento tecnológico no Brasil, que desapareceu nos últimos anos. E não adianta a gente descobrir o que vai ser competitivo no próximo século. Como disse o Carman, se nós não tivermos uma fórmula de criar essa base e um grande apoio ninguém vai acreditar lá fora. O problema que ele enfrentou tentando exportar a gente enfrenta. Eu tenho hoje produtos que são bastante competitivos, mas que eu vendo para operadoras de telecomunicações. Se eu vou lá para fora, o cara quer saber: você vai estar aqui daqui a 10 anos? Quem garante? Ele não quer só comprar o meu produto de hoje. Ele quer ter a certeza que vou estar vendendo a evolução do produto. Então, esse problema de exportação continua da mesma maneira.

**Conexões parciais e panoramas: de crianças de rua à exportação de software**

Há ressonâncias ou ligações parciais entre as vibrações ou sentimentos expressos pelos três empresários ao dizerem que "olhando para trás, tivemos uma oportunidade de viver um período muito rico ... ao criamos algo único, no mundo inteiro" ressaltando que "foi um momento muito bonito, muito gostoso, ver aquela juventude acreditando, ver filas na porta da Itautec, o pessoal querendo entrar e trabalhar conosco ... era realmente emocionante" "essa ênfase em desenvolvimento tecnológico no Brasil, que desapareceu nos últimos anos." "Porque a reserva de mercado virou o vilão de tudo? Eu desconheço qualquer país do mundo que se desenvolveu sem alguma forma de reserva de mercado."

Houve uma concordância indefinida quanto a "ach[ar] que a falta de foco foi, certamente, um dos problemas reais da política" ou que "a grande diferença dos dois [casos de desenvolvimento] (ao comparar Brasil com Coréia e Taiwan) foi o foco" ou ainda que "... software ou ... micro-eletrônica ... eram os itens que realmente deveriam estar exigindo todo nosso foco." No entanto, as percepções dos três empresários são muito diferentes e mesmo contraditórias quando saem do panorama conceitual muito genérico que invoca a palavra "foco" para o empirismo das especificidades das experiências que viveram. Enquanto Rudolf acusa uma "política voltada exclusivamente para o hardware [e] pouco foco dado ao software", Carman declara que "a política também pegou software ... nós também tentamos desenvolver software e exportar software" e Ripper problematiza ao observar que "teoricamente software é um dos pólos (focos?) da política industrial ... mas [ainda hoje] está em parte amarrado porque não existe algo que diga o que é um software nacional." Aumentando-se o zum pode-se ver informações divergentes sobre

aspectos mais detalhados e fragmentados mesmo entre estes que estão dentre os maiores protagonistas empresariais que acompanharam e participaram da PNI na linha de frente. Por exemplo, enquanto Carman tinha como fato que "no momento em que [as montadoras] precisavam robotizar as linhas da indústria automobilística foram proibidas de importar as máquinas para automação industrial", Ripper vai na direção de desmontar este fato ao afirmar que "a história que a importação de robôs foi vetada pela SEI não é verídica. Eu na época dava assessoria à SEI e sei que ela autorizou a Ford e ela dizia que não tinha mercado para aqueles carros. É uma lenda que foi criada."

Talvez o mais relevante seja constatar que os depoimentos mostram uma aderência de inclinação positivista a modelos originários dos países que servem de modelo ao Brasil. Por exemplo, afirmam que nas últimas décadas, em seqüência, "custo, qualidade e velocidade [de introdução de inovações]" foram determinantes para o "diferencial de competitividade" enquanto hoje o determinante é "o social e o ambiental"; ou ainda que "não fizemos a avaliação correta de que o mercado brasileiro era insuficiente para bancar o nível de investimento que precisaria ser feito para ocupar um espaço no cenário mundial e então nós ficamos olhando para dentro, tentando resolver só a coisa aqui dentro, sem olhar para fora" ou ainda ser inquestionável que "no consumo, vinga padrão e que não interessa se Betamax é melhor ou pior que VHS, o que interessa é o padrão que vinga."

Estes modelos universalistas não fazem as perguntas: melhor ou pior, certo ou errado, verdadeiro ou falso para quem? onde? quando? e para quê? Eles produzem um conhecimento que tem pouco a dizer sobre as soluções de problemas locais específicos. Bruno Latour os chama de "panoramas" difundidos a partir de salas de exibição tipo Omnimax e os considera

> "excelentes narrativas si nos preparan, una vez que finalizó la proyección (*screening*)[5], para abordar las tareas políticas de la composición; son engañosos si se los toma como una descripción de lo que el mundo común es. En el mejor de los casos, los panoramas ofrecen un anticipo profético de lo colectivo, en el peor, son un muy pobre sustituto de este." (Latour, 2008 (2005):271)

Ou seja, na melhor das hipóteses os panoramas são uma profecia que, se poderia dizer, se auto-realiza, e na pior das hipóteses, um modelo muito imperfeito para o entendimento do mundo. Os panoramas são produzidos nos grandes centros de construção de conhecimento dos países do chamado 1º mundo ou Norte: grandes universidades e/ou centros de pesquisa, difundidos a partir

[5] O sentido da palavra "*screening*" aqui é a de "um sistema para uma avaliação e seleção preliminar de pessoal quanto à sua adequação para fins específicos." *The American Heritage Dictionary, third edition, version 3.6 a.*

de lá em cursos e pelas empresas de consultoria.[6] Mas aqui entram em cena diferenças entre estar no 1º mundo, onde estes modelos são elaborados, e estar em um país como o Brasil, cuja capacidade não só de produzir mas também de difundir/ projetar seus próprios panoramas é muito mais reduzida. Daí decorre que o estado sempre provisório de um "*screening*" finalizado, associado à melhor das hipóteses, refere-se na maioria dos casos a fins específicos postos em cena no 1º mundo e não no Brasil. Ou seja na melhor das hipóteses, se um destes panoramas vier a ser uma profecia que se realiza, ela tornará real previsões que vieram de acordos (finais de *screening*) estabelecidos fora do Brasil e dificilmente teria as mesmas conseqüências que resultariam de *screenings* que incluíssem em igualdade de condições as especificidades locais (brasileiras). Como por via de regra ou hábito estas especificidades não são, ou pelo menos não eram consideradas, os empresários brasileiros normalmente fazem uso destes panoramas segundo a pior das hipóteses, isto é, como um modelo muito pobre de entendimento de mundo.

Em meio a mais semelhanças do que diferenças, talvez Carman foi quem mais transbordou de enquadramentos panorâmicos estritamente empresariais ou mesmo econômicos quando fez a conexão parcial entre o assassinato das crianças na Candelária e suas dificuldades de exportar software a partir do Brasil. Ripper e Rudolf não discordaram. Mas parece-me que houve posicionamentos relativos diferentes sobre a utilidade dos panoramas construídos a partir de "*screenings*" finalizados no Norte, que pretenderiam nos dizer "o que vai ser competitivo no próximo século". Uma apreciação comparativa mais rica e densa dos três posicionamentos requereria outras entrevistas.

Ao ouvir / ler os depoimentos, evidencia-se que os historiadores não precisam imaginar uma reserva de mercado única que tenha imprimido sua marca nesses atores históricos. Tal como as experiências científicas que são sempre sub-determinadas ou as teorias científicas que são sempre sobre-determinadas, a PNI (Política Nacional de Informática), como qualquer plano de ação ou qualquer contrato, prevê ou antecipa um certo número, sempre finito e limitado, de situações. Mas o "mundo-da-vida" ou o mundo fenomenológico tem sempre aberta uma infinidade de situações. Além disto, esta abertura infinita é diferente em cada ator, ou mais precisamente, na rede que configura e é configurada por cada ator. E, assim como um ato de escrita só se completa na leitura, cada ator configura uma versão da PNI de sua vivência. Não se concedendo o privilégio da verdade absoluta a nenhum ator (nem mesmo ao historiador ou ao

[6] Não há espaço aqui para explorar toda a riqueza trazida pelos depoimentos do dia 06/04/2006, mas em outra parte do depoimento daquele mesmo dia, durante a tarde, referindo-se às mudanças nas leis do direito à propriedade intelectual, Ripper observou que "no ano passado meu irmão me convenceu a fazer um cursinho na Harvard School sobre os aspectos jurídicos da Internet."

sociólogo que a analisa, sendo portanto a PNI uma entidade propriamente complexa), sua unidade é problemática. Parafraseando o sociólogo inglês John Law, os testemunhos que trago aqui evidenciam que a PNI "é mais do que uma e menos do que muitas."

Terminemos com outra parte do depoimento de Rudolf Hohn que é especialmente reveladora. Este depoimento mostra com eloqüência que, em meio a uma precariedade onipresente que faz com que todas as coisas estejam por um triz, uma leitura arguta das condições operacionais da reserva de mercado permitiu que a IBM do Brasil se beneficiasse ao conseguir construir para si uma situação muito privilegiada frente aos seus concorrente estrangeiros, descobrindo / construindo um veio inesperado na exploração de um mercado de computadores organizado segundo uma política que não havia sido concebida prevendo conceder-lhe esse benefício. Ao fabricar os discos no Brasil a IBM livrou seus clientes do processo de pedido de aprovação de licenças específicas de importação caso a caso, relacionado-se com seus clientes nas mesmas condições de regulação de vendas que as empresas brasileiras – uma condição que não era usufruída pelas filiais de outras multinacionais suas concorrentes no Brasil.

**Rudolf Hohn**

Eu vou contar uma história porque ela é relevante. É a história do sucesso da IBM [do Brasil]. Qual foi o ponto central do sucesso da IBM durante a reserva de mercado? Todos aqui sabem que, na realidade, para você vender um sistema para um cliente, qualquer que fosse, naquela ocasião, se um simples componente fosse importado, o cliente tinha que ir à SEI obter a aprovação para aquele sistema, para que então ele pudesse comprar fosse da Burroughs, fosse da IBM, etc. Esse processo demandava tempo e atrasava o processo de venda. Evidente que se a venda fosse livre, seria mais dinâmico. Vendo isso, dissemos o seguinte: se nós tivéssemos a oportunidade de ter um sistema isento de ir à SEI para pedir o aval para poder vendê-lo, nós teríamos a liberdade de vender o sistema no mercado sem essa interferência. Como nós já fabricávamos aqui no Brasil uma CPU – e gostaríamos de fabricar a menor CPU possível, pois havia um supermini nacional (fabricado por uma empresa de capital nacional) que obrigava a SEI, para protegê-lo, a criar um colchão de preço entre o supermini e o que a IBM poderia fabricar, para que a indústria nacional pudesse ter a proteção de preço que evitasse que a CPU da IBM invadisse o espaço reservado ao supermini, nós tentamos aprovar junto a SEI a fabricação local de dois produtos, o 4341 e o 4331. Nós conseguimos aprovar a fabricação do 4341 e tínhamos então uma CPU. Mas a CPU sozinha não representava nada. Precisávamos ter uma unidade de disco, de fita, uma impressora. Então nós começamos a nos associar no mercado, por exemplo, com a Compart para a unidade de fita. Os terminais de video já eram fabricados no Brasil antes da reserva de mercado e as impressoras existentes poderiam ser remanejadas ou adquiridas da concorrência O disco, portanto, era o ponto central e se nós não tivéssemos a solução para ele nós não teríamos o sistema sob nosso comando, ou seja, livre de aprovação prévia por parte da SEI.

O que nós fizemos. Na nossa avaliação, que eu levei para a corporação, tínhamos três cenários : um cenário que chamei de hibernação. Eu disse para eles: se vocês não acreditam no sucesso da reserva de mercado, é melhor nós hibernarmos, não fazermos investimento nenhum e esperarmos o que vai acontecer. Mantemos os clientes que [já] temos, e aqueles que eventualmente conseguirem aprovação na SEI. Neste cenário nós vamos implementando um sistema aqui, outro lá, mas sem nenhuma perspectiva de maior crescimento. O segundo seria o cenário chamado por nós da confrontação. Porque na época em que estávamos discutindo este assunto, não havia uma lei que institucionalizasse a reserva de mercado. Então nós podíamos confrontar juridicamente. Na realidade, se nós perdêssemos, nós teríamos, provavelmente, que sair do país. Eu disse a eles que essa confrontação não seria possível ou recomendável fazer. E teria uma terceira, que seria um cenário que batizamos de negociação. Eu disse para eles o seguinte: se nós propusermos a fabricação da unidade de disco no Brasil, nós teremos uma grande chance de ter a aprovação por parte da SEI e tendo essa aprovação nós teremos um sistema isento de aprovação para a venda ao cliente e com isso nós poderemos expandir nosso negócio no Brasil. E essa é a proposta que eu recomendo. Essa recomendação significava um investimento de 70 milhões de dólares que a IBM precisava fazer. E eu fui com este projeto para o *board* da IBM. Eu me lembro muito bem que duas horas antes da reunião eu fiz esta apresentação para o presidente da IBM que era também o presidente de tecnologia chamado Jack Killer. Esse senhor me disse o seguinte: essa proposta eu só aprovo se for por cima do meu cadáver. Porque na realidade eu tenho capacidade suficiente para produzir disco nos EUA, eu tenho uma unidade de fabricação de disco na Alemanha e uma no Japão. Eu tenho mais capacidade de fabricação de disco do que eu preciso. Por que eu vou fazer uma fábrica de unidade de disco que exige a construção de uma sala limpa com custos de 70 milhões de dólares no Brasil? Eu disse: porque se você não fizer este investimento, você não terá a oportunidade de ter a receita deste negócio. Então, na realidade é um investimento que vai trazer um retorno, a IBM como um todo ganhará mais. Ele disse: eu tenho essa capacidade de produção instalada e não preciso de mais, portanto não vou aprovar. Pensei: eu não tenho alternativa vou levar o nosso pleito ao *board* da IBM. Eu tinha apenas treze minutos para fazer a apresentação para o *board* (este foi o tempo concedido para apresentar o projeto); treze minutos para falar sobre o Brasil, a política econômica, a política de informática e apresentar a nossa proposta. E lá fui eu. Aliás, uma situação, en passant, constrangedora, pois na época a apresentação não era feita em multimídia como é hoje, era na base da transparência. Na sala ficavam todos tão em silêncio... Um silêncio tal que, quando você pegava a transparência para colocar no retroprojetor, o ruído parecia para mim quase de um trovão. Eu consegui fazer a apresentação em treze minutos. O *chairman* fez a única pergunta que na minha percepção ajudaria na aprovação da proposta, pois o presidente, a quem eu tinha feito a apresentação e era contra a nossa proposta, estava ali sentado, pois era um dos membros do *board*. Ele olhou para o lado e disse: alguém tem uma idéia melhor? Ninguém tinha. Assim, eu fiquei com os meus 70 milhões de dólares no bolso e vim para ao Brasil construir a nossa fábrica de discos.

Esse caso foi um caso que nós apresentamos em 1986 e que previa que nos próximos seis anos, até 1992, um crescimento composto de 13%. O resultado foi que nós crescemos 26%. Nós vendemos 4341 no Brasil igual a tamanco, mais do que se vendia na Alemanha, na França. Por que? Porque apesar de nós vendermos os sistemas 4341 por um preço mais ou menos duas vezes superior aos dos superminis os clientes preferiam comprá-los do que comprar os superminis fabricados pela industria nacional e apesar de estarem comprando uma capacidade superior ao que precisavam . Este fato fez com que nós explodíssemos. Nós realmente fomos os grandes beneficiados pela reserva de mercado. Este fato isolado

fez com que nós tivéssemos um sistema isento de aprovação da SEI, só as peças que eram aprovadas no programa de fabricação. E com isso nós invadimos o mercado.

**Bibliografia**

Dantas, V. Guerrilha tecnológica: a verdadeira história da política nacional de informática. Rio de Janeiro, RJ: Livros Técnicos e Científicos. 1988. 302 p. p.

Latour, B. Reensamblar lo social - Una introducción a la teoría del actor-red. Buenos Aires: Ediciones Manantial. 2008 (2005). 390 p.

Marques, I. D. C. Minicomputadores brasileiros nos anos 1970: uma reserva de mercado democrática em meio ao autoritarismo. História Ciências Saúde MANGUINHOS, v.10, n.2, Maio - Agosto 2003, p.657-681. 2003.

# Inicios, consolidación y expansión de la Computación en Chile (1961-1982)

Juan Álvarez y Claudio Gutiérrez

Departamento de Ciencias de la Computación,
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,
Universidad de Chile
{jalvarez,cgutierr}@dcc.uchile.cl

**Resumen** Los orígenes de la computación digital en Chile se sitúan entre los años 1961 y 1982. Este período puede subdividirse en tres etapas. La primera (1961-1965), se caracterizó por el desarrollo paralelo, simultáneo e independiente de dos vertientes de la computación: administrativa y científica. La segunda etapa (1966-1975), representó la convergencia de los dos ámbitos y la consolidación de la disciplina. La tercera etapa (1976-1982) comprende la expansión, crecimiento y difusión de la disciplina, especialmente en el ámbito privado. De acuerdo a clasificaciones internacionales de actividad computacional de la época, las dos primeras etapas coinciden con los niveles básico y operacional, y la tercera es de transición a un nivel avanzado.

**Abstract** The origins of digital computing in Chile can be dated between 1961 and 1982. This period can be subdivided into three stages. The first one (1961-1965) was characterized by the concurrent and independent development of two streams: administrative and scientific computing. The second stage (1966-1975) represented the convergence of the two areas and the consolidation of the discipline. The third stage (1976-1982) includes the expansion, growth and dissemination of the discipline, especially in the private sphere. According to international classifications of computer activity at the time, the first two stages coincide with the basic and operational levels, and the third one is a transition to an advanced level.

## Introducción

El año 2007 se inició el proyecto de *Historia de la Computación en Chile* en el Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile. Desde entonces se ha realizado un trabajo de recuperación y recopilación de información proveniente de fuentes escritas y orales. En ese contexto se han realizado entrevistas individuales, colectivas, encuentros por la memoria y se ha producido material escrito, documental y audio-visual.

Como culminación de una primera etapa, en el año 2009 se publicó un artículo con un resumen extendido del avance del proyecto [1] y se organizó el *I Taller*

*de Historia de la Computación en Chile* en el marco de las Jornadas Chilenas de Computación de la Sociedad Chilena de Ciencia de la Computación. En el evento testimoniaron algunos de los pioneros de la computación en las universidades, instituciones del Estado y empresas fabricantes y proveedoras de computadores. Por otra parte, se presentaron artículos que dieron cuenta de historias locales del desarrollo de la computación en distintas universidades del país. Adicionalmente, durante este año 2010, y con motivo de los 35 años del Departamento de Ciencias de la Computación, se escribió un artículo con la historia local de la Computación en la Universidad de Chile [2].

El propósito de este artículo es presentar una visión general y resumida de los primeros años de la Computación en Chile que sea de interés en un contexto latinoamericano, omitiendo detalles que son más relevantes en el contexto nacional. Al respecto, se distinguen tres etapas en los inicios de la computación en Chile, que muy probablemente se acercan a tendencias similares de los países vecinos. Adicionalmente, y con el propósito de servir como referencia comparativa, se adjunta una cronología (Anexo) de los principales hitos de los primeros años de la computación en Chile incluyendo los primeros computadores, las primeras carreras, departamentos y congresos universitarios, las primeras empresas del área, y los primeros proyectos de envergadura.

## Etapa 1: Primeros computadores (1961-1965)

Los inicios de la computación digital en Chile se remontan a comienzos de los años sesenta y tienen dos vertientes originarias: la computación administrativa y la computación científica.

La computación administrativa tuvo sus orígenes en el procesamiento de datos perforados en tarjetas, cuya primera experiencia se registró en el censo de 1930. Posterior y paulatinamente, algunos servicios y empresas del Estado instalaron máquinas UR (Unit Record) para realizar procesamiento de grandes volúmenes de datos pero con cálculos muy sencillos. Esta etapa culmina con la instalación del primer computador digital (un IBM-1401) en el Servicio de Aduanas en Valparaíso en 1961 (figura 1) [6]. En los años siguientes, varias instituciones del Estado instalaron computadores similares para realizar sus procesos administrativos.

Paralelamente, a fines de los años cincuenta y comienzos de los sesenta algunas universidades usan y arman computadores analógicos para realizar cálculos científicos en diversas disciplinas de ingeniería y ciencia. El primer computador digital orientado a aplicaciones científicas lo instaló la Universidad de Chile en 1962: el computador alemán ER-56 Standard Elektrik Lorenz "Lorenzo" (figura 2). Seguidamente, las universidades Católica, Santa María y de Concepción adquirieron computadores IBM-1620 y la Universidad Técnica del Estado recibió la donación de un Datatron. Con el propósito de administrar los computadores, y difundir y dar servicios de computación, las universidades crearon los centros de computación.

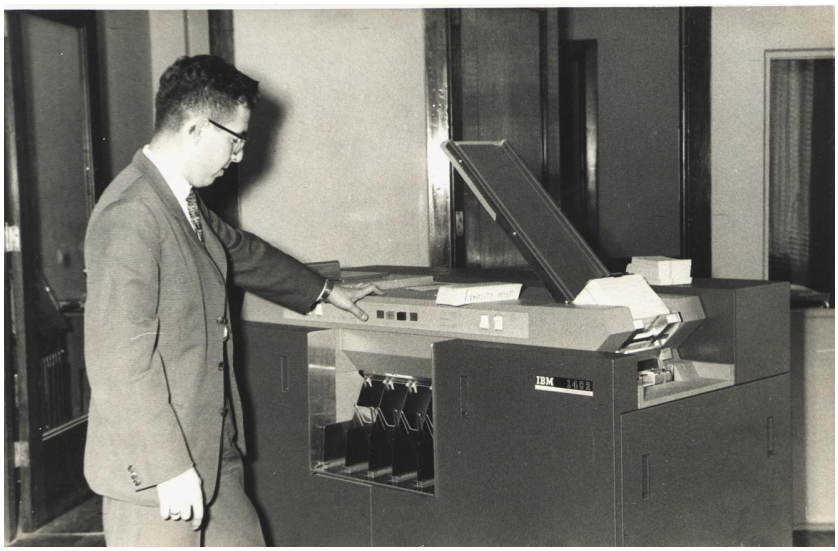



**Figura 1.** René Cabezas, en la lecto-perforadora 1402 del computador IBM-1401 de la Aduana en Valparaíso.

Durante estos años, la computación administrativa y la computación científica corrieron por carriles paralelos y con pocas conexiones entre ellas. La incorporación inicial de computadores no obedeció a una planificación centralizada, sino a precursores individuales e institucionales. De hecho, en las universidades fueron los ingenieros y científicos quienes promovieron la adquisición de computadores; por su parte, en las instituciones del Estado fueron los directivos con responsabilidades administrativas y del procesamiento de datos.

Desde el punto de vista geográfico, las primeras experiencias computacionales se produjeron en las tres ciudades principales del país: Santiago (la ciudad capital), Valparaíso (a 120 kilómetros al poniente de Santiago), y Concepción (a 500 kilómetros al sur de Santiago). En el ámbito académico, entre las ocho universidades de la época, las pioneras en la incorporación de la tecnología computacional fueron la Universidad de Chile (estatal y con sedes en Santiago y varias provincias) y las privadas subvencionadas Católica, de Concepción y Técnica Federico Santa María en Valparaíso.

En síntesis, esta primera etapa, que comprendió aproximadamente cinco años en el período 1961-1965, estuvo marcada por la instalación de los primeros computadores digitales en cada una de los grandes ámbitos iniciales de aplicación: la administración estatal y la ingeniería y ciencia universitaria. De esta manera se transitó paralelamente, desde las máquinas UR y la computación analógica, hacia el uso de computadores digitales con tecnología de transistores.

Considerando lo novedoso del área, en esta etapa no existían aún profesionales especialistas. En las universidades la capacitación fue responsabilidad de los

**Figura 2.** El computador Standard Elektrik Lorenz ER-56 instalado en la Universidad de Chile en 1962.

investigadores pioneros. En las instituciones del Estado la preparación del personal fue principalmente realizada por IBM, el único proveedor de computadores (12 de los 14 computadores existentes hasta el año 1965 en Chile eran IBM).

## Etapa 2: Convergencia y consolidación (1966-1975)

A fines de la década del sesenta se pudo apreciar una convergencia de las vertientes administrativa y científica de la computación chilena. Este acercamiento presentó varias dimensiones que centralizaron, coordinaron y consolidaron la disciplina.

En primer lugar, la tecnología convergió con la aparición de computadores de "propósito general", es decir, con características técnicas que permitieron el desarrollo tanto de aplicaciones administrativas como científicas. Desde el punto de vista de hardware estas máquinas se consideraron de "3ª generación", con tecnología del estado sólido (precursora de los circuitos integrados) que reemplazó a los transistores. El primer computador de estas características que llegó a Chile fue un IBM- 360 (figura 3): a la Empresa Nacional de Petróleos en 1966, a la U. de Chile en 1966, y a ECOM, la Empresa Nacional de Computación, en 1968. Posteriormente, se instalaron computadores Burroughs en la Universidad Católica de Chile (1970) y ECOM (1972).

**Figura 3.** El computador IBM-360.

Paralelamente, las universidades crearon las primeras carreras de programación y de Ingeniería que prepararon profesionales con una formación adecuada para satisfacer la demanda, tanto de la computación científica, como de la computación administrativa. Las primeras carreras de programación (de 3 años de duración) se crearon entre 1968 y 1971 y las primeras carreras de ingeniería de 4 años de duración ("ingenierías de ejecución") comenzaron entre 1971 y 1975.

Por otra parte, y coincidiendo con los proyectos político-gubernamentales del período, el Estado jugó un rol muy activo, tanto desde el punto de vista económico, como en su orientación planificadora del desarrollo del país. Esta dimensión se apreció muy claramente con la creación en 1968 de la empresa estatal ECOM (Empresa Nacional de Computación) que centralizó y coordinó las iniciativas computacionales de las diversas instituciones del Estado. Esto significó economizar recursos con la compra de computadores "grandes" y caros que dieron servicio a varias instituciones y capacitaron el personal correspondiente. Resulta pertinente señalar que los primeros directivos de ECOM provinieron de las universidades y de la industria, simbolizando también la convergencia de los dos ámbitos.

Por otra parte, la actividad de investigación había comenzado, tanto en los centros de computación y ECOM, como en los distintos departamentos académicos en que residían los investigadores del área, principalmente Matemáticas,

**Figura 4.** La sala de comando del proyecto SYNCO.

Electricidad e Industrias. Prueba de ello fue la realización de congresos especializados en 1968 y 1974. Este último, el "I Panel de Discusión sobre Tópicos de Computación", organizado por la Universidad Católica de Valparaíso dio origen al CLEI en 1976, cuya conferencia nº 36 se realizará en el año 2010.

En esta segunda etapa del desarrollo computacional nacional se desarrollaron sistemas de mayor envergadura y complejidad. El Banco del Estado implementó tempranamente una red de teleproceso (1969). Por su parte, desde 1971, ECOM desarrolló paquetes de aplicaciones genéricas (sistemas contable, cuentas corrientes y sueldos) y, en conjunto con los organismos estatales CORFO (Corporación de Fomento de la Producción) e INTEC (Instituto de Investigaciones Tecnológicas), desarrolló el emblemático proyecto SYNCO (o Cybersyn) [3] [4] que tuvo el propósito de centralizar la gestión de las empresas del Estado durante el gobierno socialista de Salvador Allende. La figura 4 presenta la sala de control de operaciones.

El quiebre del régimen democrático y constitucional en septiembre de 1973 produjo la intervención de ECOM, el despido de personal y la suspensión del proyecto SYNCO. Se canceló también la compra de los computadores Iris-80 e Iris-60 a la empresa francesa CII cuyo propósito era disminuir la dependencia de los fabricantes norteamericanos.

Por su parte, las universidades fueron intervenidas por rectores delegados militares con la consiguiente expulsión de académicos del área. Afortunadamente, la inercia heredada, tanto del pujante desarrollo inicial de la disciplina, como de la modernización de las universidades a través de sus procesos de reforma de

los años sesenta y comienzos de los setenta, permitieron que en 1975 se crearan los primeros departamentos académicos de Ciencia de la Computación con las funciones de docencia, investigación y extensión. En el caso de la Universidad de Chile y la Técnica Federico Santa María de Valparaíso se ofrecieron también los primeros programas de Magíster en el área. Cabe señalar que en otras universidades existían Centros e Institutos de Computación con funciones parecidas, pero sin la calidad de departamento exclusivamente académico según los criterios de la reforma universitaria.

La reducción temporal de los aranceles de importación a fines de 1974 y la aparición de computadores más pequeños ("mini-computadores") expandió abruptamente la computación en el sector privado. La brusca ampliación de la demanda de especialistas obligó a ECOM y a las universidades a crear PLANACAP (Plan Nacional de Capacitación intensiva). Simultáneamente, se crearon las primeras empresas privadas de consultoría informática (por ejemplo SONDA).

En síntesis, la segunda etapa, que abarcó los diez años del período 1966-1975 se caracterizó por una convergencia de las vertientes administrativa y universitaria de la computación, por un fuerte involucramiento del Estado en el uso y promoción de la computación, por la consolidación de la disciplina en las universidades y por el aumento, tanto de la envergadura de las aplicaciones, como la capacidad y diversidad de marcas de los computadores (con la incorporación de Burroughs y NCR). La etapa termina con la titulación de las primeras generaciones de ingenieros y programadores universitarios.

## Etapa 3: expansión (1976-1982)

La siguiente etapa de los comienzos de la computación en Chile podría sintetizarse como un período de expansión, es decir, de difusión, extensión, ampliación y descentralización de la disciplina.

El aumento sostenido del parque de computadores diversifica los proveedores, los tipos de computadores y las aplicaciones. Particularmente importante fue la incorporación de la computación en el sector financiero y de servicios. Los computadores se difundieron por todo el país y en todos los sectores, llegando incluso a utilizarse en el área de defensa de los derechos humanos. Un reflejo de su difusión fue la aparición en 1979 de la Revista Informática, dirigida a la industria y a los profesionales, cuya circulación mensual se mantiene hasta hoy.

En las universidades, la investigación ayudó a consolidar los departamentos de ciencia de la computación, potenciando la creación de departamentos académicos similares en el resto de las universidades. Para presentar los resultados de los proyectos de investigación, en 1979 se creó una Conferencia Nacional. En 1981 se transformó en la Conferencia Internacional de Ciencia de la Computación, que en el año 2010 realizará su versión nº 29, organizada por la Sociedad Chilena de Ciencia de la Computación (creada en 1984). Por otra parte, los programas de magíster produjeron sus primeros egresados que mayoritariamente se emplearon como académicos universitarios y secundariamente en las

empresas, especialmente en las proveedoras de computadores. Simultáneamente, regresaron los primeros investigadores con doctorados obtenidos en el extranjero.

En 1981 el régimen militar impone una nueva legislación universitaria que estratificó las carreras decretando que sólo algunas de ellas tenían el carácter exclusivamente universitario. Consecuentemente, las universidades crearon carreras de Ingeniería Civil (de 6 años) y en algunos casos cerraron la Ingeniería de Ejecución, que no estaba en la lista, paradojalmente en los años en que se incrementaba sistemáticamente el número de alumnos. Adicionalmente, se redujo drásticamente el financiamiento directo de las universidades, reemplazándolo por mecanismos indirectos que fomentaron la competencia, tanto por los estudiantes, como por recursos concursables del Fondo de Investigación Científica y Tecnológica (FONDECYT).

En síntesis, en esta etapa hay un considerable aumento del uso y aplicación de la computación en la industria y en las universidades. Su difusión se amplifica aún más al comienzo de los ochenta con la aparición de los "micro-computadores" (computadores personales), dando comienzo a una nueva etapa que escapa al alcance de este estudio y que sincroniza el desarrollo computacional chileno con las principales tendencias internacionales. La inundación de ECOM, producida por el desborde del río Mapocho en el contexto de un intenso temporal que afectó a la ciudad de Santiago, con la pérdida de su valioso equipamiento computacional, puede considerarse un símbolo del fin de esta etapa (figura 5).

**Figura 5.** La inundación del edificio de ECOM en 1982.

## Conclusiones

El desarrollo de la computación en Chile en el período estudiado (1961-1982) permite distinguir tres etapas, que responden a procesos de desarrollo interno y tecnologías disponibles, más que a factores externos a la disciplina.

Una primera etapa, los cinco años del período 1961-1965, se caracterizó por la instalación de computadores digitales, tanto en el ámbito de la computación administrativa en las instituciones del Estado, como en aplicaciones científicas y de ingeniería en las universidades. Estos dos ámbitos tuvieron muy poca relación y cada uno de ellos tuvo una evolución y una pre-historia independiente.

La segunda etapa, los diez años del período 1966-1975, se caracterizó por el encuentro y convergencia de las dos vertientes, administrativa y científica, de los primeros años de la computación en Chile. La convergencia se manifestó en computadores de propósito general, en carreras universitarias de programación (de 3 años) e ingeniería (de 4 años) orientadas a los dos ámbitos, en la creación de la empresa estatal de computación (ECOM), y en el desarrollo de grandes proyectos de ingeniería.

Esta segunda etapa coincide con años de grandes cambios económicos y reformas educacionales, sociales y políticas bajo los gobiernos de Eduardo Frei Montalva (1964-1970) y Salvador Allende (1970-1973), que dieron un gran impulso al desarrollo científico y universitario. Los dos últimos años de la etapa se desarrollaron en los primeros años de la dictadura militar, que intervino ECOM y las universidades. Sin embargo, la inercia del desarrollo anterior, en el Estado y las universidades, permitió que la etapa culminara con la creación de los primeros departamentos científicos universitarios que, además de sus funciones de docencia, investigación y extensión, comenzaron a desarrollar proyectos científicos, tecnológicos y de ingeniería, las tres aristas de la disciplina de la computación.

La tercera etapa, los siete años del período 1976-1982, difundieron masivamente la computación a lo largo de todo el país y en diversos ámbitos. Se multiplicaron los computadores, los proveedores, las aplicaciones, los profesionales, las carreras, los estudiantes, los departamentos.

En síntesis, de acuerdo a criterios internacionales de la época que clasifican los niveles de actividad computacional [5], en la primera etapa el país alcanzó un nivel básico, es decir, con unos pocos computadores, con algún entrenamiento en la tecnología y con aplicaciones básicas en el gobierno. En la segunda etapa se alcanzó el nivel operacional, con numerosos computadores, centros educativos, carreras especializadas, diseño y producción de software y aplicaciones en ciencia e ingeniería. En la tercera etapa, el país comienza a transitar desde un nivel operacional a uno más avanzado de actividad computacional, con un rango de carreras especializadas, computadores de todos los tamaños, y alguna contribución en actividades internacionales.

## Referencias


1. Juan Alvarez, Claudio Gutiérrez, *Orígenes de la Disciplina de la Computación en Chile 1961-1975*; Revista Bits; Nº 3/Segundo semestre 2009. http://www.dcc.uchile.cl/revista/2009/Bits_de_Ciencias-03.pdf
2. Juan Alvarez, *Antecedentes, creación y primeros años del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile*; Revista Bits; Nº 4/Primer semestre 2010. http://www.dcc.uchile.cl/revista/2009/Bits_de_Ciencias-04.pdf
3. Eden Medina, *The State Machine: Politics, Ideology, and Computation in Chile, 1964-1973*; PhD Tesis; MIT; 2005; dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/39176/62715819.pdf
4. Proyecto SYNCO, http://www.cybersyn.cl/
5. United Nations Economic and Social Council, *The application of Computer Technology for Development, Report of the Secretary-General*; Report E-4800 GE-70-11926; 1970.
6. Juan Alvarez, *Aduana de Valparaíso: Computación hace medio siglo*, http://dccuchile.blog.terra.cl/2010/09/06/

## Anexo: Hitos de la computación en Chile hasta el año 1982

| Año | Hito | Institución | Ciudad |
|---|---|---|---|
| 1961 | IBM-1401 | Servicio de Aduanas | Valparaíso |
| 1962 | ER-56 | UCH (U. de Chile) | Santiago |
| 1963 | IBM-1401 | Ferrocarriles del Estado | Santiago |
| 1964 | IBM-1401 | CAP (Compañía de Aceros del Pacífico) | Concepción |
| | IBM-1620 | UC (U. Católica de Chile) | Santiago |
| | IBM-1620 | UTFSM (U. Técnica Federico Santa María) | Valparaíso |
| | Datatron | UTE (U. Técnica del Estado) | Santiago |
| 1965 | IBM-1620 | UdeC (U. de Concepción) | Concepción |
| 1966 | IBM-360 | ENAP (Empresa Nacional de Petróleos) | Santiago |
| | IBM-360 | UCH | Santiago |
| 1967 | NCR-315 | COPEC (Compañía de Petróleos de Chile) | Santiago |
| 1968 | ECOM | Empresa Nacional de Computación | Santiago |
| | IBM-360 | ECOM | Santiago |
| | Programación | UCH | Santiago |
| | I Encuentro Nacional | UTFSM | Valparaíso |
| 1969 | Red Teleproceso | Banco del Estado | Chile |
| | NCR- Century 200 | Banco de Chile, Cobrechuqui | Santiago |
| 1970 | Programación | UdeC | Concepción |
| | Burroughs-3500 | UC | Santiago |
| 1971 | Programación | UC | Santiago |
| | Ingeniería Ejecución | UCH (Procesamiento Información) | Santiago |
| | Sistemas Genéricos | ECOM (Sueldos, Contabilidad, Ctas Ctes) | Santiago |
| | Proyecto SYNCO | ECOM + CORFO + INTEC | Chile |
| 1972 | Burroughs-3500 | ECOM | Santiago |
| | Ingeniería Ejecución | UTE (Computación e Informática) | Santiago |
| 1973 | Cancela compra Iris-CII | ECOM | Santiago |
| 1974 | IBM-370 | ENAP | Santiago |
| | I Expodata | UCV (U. Católica de Valparaíso) | Valparaíso |
| | SONDA | Sociedad Nacional de Datos | Santiago |
| | Decreto Ley 1130 | Rebaja temporal de aranceles de computadores | Chile |

| Año | Hito | Institución | Ciudad |
|---|---|---|---|
| 1975 | PLANACAP | ECOM + UCH + UTE + UC | Chile |
| | IBM-370 | UCH | Santiago |
| | CRECIC | Centro Regional Comp.e Informática Concepción | Concepción |
| | Departamento | UCH (Ciencias de la Computación) | Santiago |
| | Magíster | UCH (Ciencias mención Computación) | Santiago |
| | Departamento | UTE (Mat y Ciencia de la Computación) | Santiago |
| | Licenciatura | UTE (Mat y Ciencia de la Computación) | Santiago |
| | Departamento | UTFSM (Ciencias de la Computación) | Valparaíso |
| | Magíster | UTFSM (Cs. Computación e Informática) | Valparaíso |
| | Ingeniería Ejecución | UTFSM (Sistemas de Información,) | Valparaíso |
| 1976 | I CLEI | UCV | Valparaíso |
| | PLANACAP | CRECIC + UdeC | Concepción |
| 1977 | ICCI | UdeC (Instituto Cs.Computación Informática) | Concepción |
| | Ingeniería Ejecución | UdeC (Computación e Informática) | Concepción |
| 1978 | Burroughs 1700 | UdeC | Concepción |
| | Digital DEC 10 | UC | Santiago |
| 1979 | Informática | Revista de Computación y Sistemas | Santiago |
| | I Conferencia Nacional | UCH + UC | Santiago |
| 1980 | Departamento | UdeC (Ingeniería de Sistemas) | Concepción |
| | MAI Basic Four | UdeC | Concepción |
| 1981 | I Conf. Internacional | UCH (en Ciencias Computación) | Santiago |
| | Departamento | UC (Ciencia Computación) | Santiago |
| | Ingeniería Civil | UTFSM (Informática) | Valparaíso |
| | Ingeniería Ejecución | UTFSM (Informática) | Valparaíso |
| 1982 | Ingeniería Civil | UCH (Computación) | Santiago |
| | Ingeniería Civil | UdeC (Informática) | Concepción |
| | Ing. Civil Industrial | UC (mención Computación) | Santiago |
| | Ingeniería Ejecución | UCV (Informática) | Valparaíso |
| | Departamento | USACH (Ingeniería Informática) | Santiago |
| | Grupo Computación | Colegio Ingenieros Ejecución | Chile |
| | Inundación | ECOM | Chile |

**NÓMINA DE AUTORES**


Tomás López Jiménez,
Melchor F. Gil Morell,
Adriana Estrada Negrin,
CUBA.

Jorge Vidart,
Laura Bermúdez,
Juan José Cabezas,
María Urquhart ,
URUGUAY.

Pablo Factorovich,
Pablo M. Jacovkis,
Humberto R. Ciancaglini,
Wilfred O. Durán,
Cristina Zoltan,
Liana S. Lew,
Clarisa D. Cortés,
Noemí S. García,
Raul Carnota,
Mirta Perez,
Roberto Zubieta,
Jorge Aguirre,
Marcelo Arroyo,
Antonio Roberto Foti,
ARGENTINA.

Cássio Adriano Nunes Teixeira,
Marcelo Sávio Carvalho,
Henrique Luiz Cukierman,
Ivan da Costa Marques,
BRASIL.

Irene Plaz Power,
Hebe Vessuri,
VENEZUELA.


Esta compilación contiene diecisiete capítulos sobre aspectos de la historia de la informática latinoamericana. Sus autores y temáticas corresponden a Argentina, Brasil, Cuba, Uruguay y Venezuela, algunos de ellos son testimonios de actores protagónicos, otros surgen de cuidadosos trabajos de investigación histórica. El conjunto encierra una gran riqueza. En ellos se encuentran análisis y vivencias de los grandes sucesos y dificultades vividos por las sociedades de la región en sus caminos hacia la inserción y desarrollo de la informática, como el ingreso de la primera computadora académica en Argentina y en Uruguay; la ruptura producida en Argentina por la Noche de los Bastones Largos- en la que profesores y alumnos bonaerenses fueron apaleados por la policía del régimen militar imperante-; los inicios de los estudios de grado; los proyectos de desarrollo industrial en Argentina y en Brasil; las dificultades de los cubanos para introducir la computación ante el bloqueo y sus logros; los proyectos binacionales y regionales para impulsar el desarrollo informático; el nacimiento de la investigación y de las carreras de posgrado; el inicio de las bibliotecas digitales en Venezuela y sus resultados; los efectos de la política neoliberal sobre las TICs en la Argentina de los noventa; la discusión acerca del impacto de la formación científica sobre la industria del software; similitudes y diferencias entre distintos países y los legados de grandes figuras de la Informática latinoamericana.


15 AÑOS | 500 TITULOS

ISBN 978-950-665-573-0
Universidad Nacional de Río Cuarto
República Argentina


Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe: Investigaciones y testimonios | Jorge Aguirre y Raúl Carnota (Compiladores)

# Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe: Investigaciones y testimonios

Jorge Aguirre y Raúl Carnota (Compiladores)

Universidad Nacional de Río Cuarto

**ILUSTRACIÓN DE PORTADA**

**Pérez Celis, Energía Solar, 1990.**
Técnica mixta sobre tela 152 x 177 cm.
Exposición Permanente "Artistas Plásticos con la Ciencia" Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómica Constituyentes, Predio TANDAR.


Los editores agradecen la gentil autorización otorgada por la CNEA y por Sergio Pérez Fernandez, representante de los herederos de Pérez Celis.


Fuente:
http://www.cnea.gov.ar/xxi/artistas/Fot75.htm

# Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe: investigaciones y testimonios

Jorge Aguirre y Raúl Carnota
(Compiladores)

15 AÑOS | 500 TITULOS

Universidad Nacional de Río Cuarto
República Argentina

Historia de la informática en Latinoamérica y el Caribe: investigaciones y testimonios / compilado por Jorge Aguirre y Raúl Carnota. - 1a ed. - Río Cuarto : Universidad Nacional de Río Cuarto, 2009.
294 p. ; 24x17 cm.

ISBN 978-950-665-573-0

1. Historia de la Informática. I. Aguirre, Jorge, comp. II. Carnota, Raúl, comp.
CDD 005.309 80

Fecha de catalogación: 09/11/2009

# Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe: investigaciones y testimonios

Jorge Aguirre y Raúl Carnota
(Compiladores)

2009 © by
Universidad Nacional de Río Cuarto
Ruta Nacional 36 Km. 601 - (X5804) Río Cuarto - Argentina
Tel.: 54 (0358) 467 6332 - Fax.: 54 (0358) 468 0280
E-mail.: editorial@rec.unrc.edu.ar
Web: http://www.unrc.edu.ar

Primera Edición: *Noviembre de 2009*
Tirada: *100 ejemplares*

ISBN 978-950-665-573-0

Coordinación de Comunicación Institucional
Equipo de Producción Editorial
Coordinador: *Lic. Miguel A. Tréspidi*
Registro: *Daniel Ferniot*
Diseño Gráfico Editorial: *Cecilia Grazini*
Diseño de portada: *Jorge Aguirre y Raúl Carnota*

Impresión: *Departamento de Imprenta y Publicaciones de la UNRC*

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723
Impreso en Argentina - Printed in Argentina

Queda prohibida la reproducción total o parcial del texto de la presente obra en cualquiera de sus formas, electrónica o mecánica, sin el consentimiento previo y escrito del Autor.

## *Estimado lector:*

La obra que usted tiene en sus manos posee un valor singular, porque es el fruto de conocimientos, experiencia y mucho esfuerzo por parte de sus autores. La Universidad Nacional de Río Cuarto ha procurado una presentación digna y espera concretar su amplia difusión y su comercialización a precios accesibles.

Usted podrá fotocopiar parte de su contenido para su uso personal. Pero rehuse cualquier ejemplar fotocopiado ilegalmente, porque ello implicaría un uso ilegítimo del esfuerzo de los compiladores y del editor.

La reproducción ilegal, además de estar penada por los Art. Nº 71 y 72 de la Ley 11.723 y Art. Nº 172 del Código Penal, es una práctica que atenta contra la creación del conocimiento y la difusión de la cultura.

El respeto a los derechos intelectuales hace posible que existan mejores libros y más económicos.

***Editorial de la Universidad Nacional de Río Cuarto***

# AGRADECIMIENTOS

No podríamos haber compilado esta obra sin la colaboración de numerosas personas e instituciones a quienes agradecemos y hacemos partícipes, aunque no responsables, de ella. No sería posible enumerar a todas, pero creemos forzoso citar a algunas: En primer lugar, naturalmente, los autores de sus capítulos y los miembros de su Comité Editorial que son los verdaderos constructores de esta compilación. También: La Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNRC y la Secretaria de Promoción Científica del Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba, que subsidiaron al proyecto SAMCA –Salvando la Memoria de la computación Argentina- en cuyo seno se realizaron las investigaciones que permitieron escribir los capítulos 1, 8, 9, 12 y 17 y se concretó nuestra participación en la mesa de Historia de la Informática del Congreso Ciencias, Tecnologías y Culturas en América Latina y el Caribe (Santiago de Chile, 2008), encuentro que disparó la compilación de este libro. El Dr. Eduardo Devés, Presidente del recién citado Congreso, que acogió inmediatamente nuestra propuesta de organización de dicha mesa. La Dra. Gladys Mori, Decana de la Facultad de Ciencias Exactas Físico-Químicas y Naturales de la UNRC, que siempre apoyó nuestro trabajo. La viuda del Dr. Manuel Sadosky, Sra. Katún Troise, que nos permitió acceder y fotocopiar documentos del archivo personal de su esposo. La Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa y su personal, que nos brindaron acceso sus archivos y nuestro lugar de encuentro y trabajo en Buenos Aires. El Prof. Gabriel Baum, infatigable trabajador por la consolidación industrial y académica de la Informática en Argentina, quién prologó este libro. El Arq. Nicolás Baibni, iniciador de la historia de la Informática en Argentina. Todas las personas que nos permitieron entrevistarlas o nos brindaron información. Y final y especialmente los pioneros del uso de la computación y Doctores Honoris Causa de la UBA Gregorio Klimovsky y Pedro Zadunaisky, que ya no están, pero nos han dejado maravillosos recuerdos recogidos en entrevistas que tuvimos la fortuna de realizarles meses antes de sus fallecimientos.

**Los compiladores**

# CÓMITE EDITORIAL DE LA OBRA

**Dora Beatriz Barrancos**

Licenciada en Sociología (UBA) y Doctora en Historia (UNICAMP). Es Investigadora Principal del CONICET (Argentina), Profesora Consulta de la Facultad de Ciencias Sociales de la UBA, Directora del Instituto Interdisciplinario de Estudios de Género -Facultad de Filosofía y Letras,-UBA y dirige el Doctorado en Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad Nacional de Quilmes. Ha publicado numerosos artículos y capítulos de libros. Es autora de seis libros. Ha dirigido numerosas tesis de posgrado. Ha sido invitada por diversas universidades de Norteamérica, Francia, Alemania, España, Brasil, Uruguay, Chile y México.

**Ivan da Costa Marques**

Ingeniero Electrónico formado en el Instituto Tecnológico de Aeronáutica de Brasil y Doctorado en Berkeley, Universidad de California, EE UU. Tuvo una actividad muy relevante académica, tecnológica, empresarial y política en el Brasil entre 1977 y 1990 en el área de Informática. En ese período ocupó, entro otros cargos, los de Director Técnico de Digibrás , CEO de Embracomp (1980-1985) y de COBRA (1986-1990). Posdoctorado en Historia de las Ciencias y las Tecnologías en New School for Social Research, EE.UU., es actualmente Profesor en la UFRJ, donde impulsa los desarrollos de los estudios de Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) en Brasil.

**Henrique Cukierman**

Ingeniero de Sistemas, formado en la PUC-RJ y doctorado en Ingeniería de la COPPE/UFRJ, desarrollado conjuntamente dentro del Program In History and Philosophy of Science de la Stanford University. Es Profesor de graduación en Ingenieria de Computacion y Informacion/UFRJ y de posgraduación de los Programas de Ingeniería de Sistemas del COPPE/UFRJ y de Historia de las Ciencias y de las Técnicas y Epistemología de la UFRJ. Publicó en 2007 el

libro «Yes, nós temos Pasteur - Manguinhos, Oswaldo Cruz e a história da ciência no Brasil». Actualmente es becario de la Fundacion Humboldt y realiza investigaciones sobre la historia de la informática.

### Pablo Jacovkis

Licenciado y Doctor en Matemática por la Universidad de Buenos Aires (UBA). Fue Presidente del CONICET (Argentina) y Decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. Impulsó e inició la Orientación Computación del Doctorado de la UBA. Como consultor privado desarrolló e implementó numerosos modelos matemáticos computacionales en hidrodinámica, hidráulica, hidrología, recursos hídricos y energía. Es Profesor titular regular de la UBA y miembro del Directorio de la ANPCyT (Argentina). Posee numerosas publicaciones internacionales sobre Matemática Aplicada y en los últimos años sobre Historia de la Informática.

### Raúl Carnota

Licenciado en Matemática de la FCEyN-UBA. Fue Profesor Adjunto Regular de dicha casa e investigador en Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos en el PABI, la ESLAI y otras instituciones y, en ese campo, es coautor de dos libros, y autor de capítulos y numerosos trabajos en revistas y proceedings. También tiene una extendida trayectoria como consultor y empresario en desarrollo de software. Posteriormente se integró en la Maestría en Epistemología e Historia de la UNTREF y actualmente trabaja en Historia de la Ciencia y la Tecnología con énfasis en la Informática, tema en el que es autor de tres capítulos en libros, y varios trabajos en proceedings y revistas.

### Jorge Aguirre

Es Profesor Emérito de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC)-Argentina, Presidente de la Comisión de Informática y Comunicaciones del MinCyT-Córdoba y fue Director Adjunto de la ESLAI, Profesor Titular Regular de la UBA y la UNRC, Investigador independiente de la Comisión Nacional de Estudios GeoHelioFísicos, Investigador Principal contratado del CONICET y Director de la Orientación Computación del Doctorado en Ciencias de la UBA. Es autor de un libro y más de 40 trabajos en Computación y últimamente ha publicado varios artículos sobre historia de la informática y tres capítulos en libros. Ha obtenido en 2007 el Premio Sadosky a la inteligencia argentina en Calidad Docente.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

**PRÓLOGO** ..... **11**
**INTRODUCCIÓN** ..... **13**

**CAPÍTULO 1**
**Panorama de la historia de la Computación Académica en la Argentina** ..... **21**
Jorge Aguirre - ARGENTINA -

**CAPÍTULO 2**
**Momentos del Desarrollo de la Informática y de su Enseñanza en Cuba** ..... **43**
Tomás López Jiménez; Melchor F. Gil Morell & Adriana Estrada Negrin - CUBA -

**CAPÍTULO 3**
**De Clementina al e-mail; una aproximación a la historia de la computación en la Universidad de la República, Uruguay** ..... **57**
Laura Bermúdez; Juan José Cabezas & María Urquhart - URUGUAY -

**CAPÍTULO 4**
**Modernidade, universalismo e assimetrias** ..... **69**
Cássio Adriano Nunes Teixeira & Henrique Luiz Cukierman - BRASIL -

**CAPÍTULO 5**
**La elección de la primera computadora universitaria en Argentina** ..... **83**
Pablo Factorovich & Pablo M. Jacovkis - ARGENTINA -

**CAPÍTULO 6**
**La computadora electrónica CEFIBA** ..... **99**
Humberto R. Ciancaglini - ARGENTINA -

**CAPÍTULO 7**
**COMIC: El primer lenguaje y compilador argentino, desarrollado en el Instituto de Cálculo en 1965** ..... **109**
Wilfredo O. Durán; Cristina Zoltan; Liana S. Lew; Clarisa D. Cortés & Noemí S. García - ARGENTINA -

**CAPÍTULO 8**
**Continuidad formal y ruptura real: la segunda vida de Clementina ..... 125**
Raul Carnota & Mirta O. Perez - ARGENTINA -

**CAPÍTULO 9**
**IBM Go Home!... Conflictos políticos y académicos y perfiles profesionales en los primeros años de la carrera de Computación Científica de la FCEyN-UBA (1963-1971) ..... 147**
Raúl Carnota; Pablo Factorovich & Mirta Pérez - ARGENTINA -

**CAPÍTULO 10**
**Testemunho e pesquisa: concepção e uso em produção dos protótipos do Núcleo de Computação Eletrônica/U.F.R.J. na década de 1970 ..... 167**
Ivan da Costa Marques - BRASIL -

**CAPÍTULO 11**
**LA SERIE 1000 ..... 183**
Roberto Zubieta - ARGENTINA -

**CAPÍTULO 12**
**Los proyectos académicos de desarrollo informático durante el retorno democrático argentino de 1983 y su proyección latinoamericana ..... 197**
Jorge Aguirre & Raúl Carnota - ARGENTINA -

**CAPÍTULO 13**
**Os primórdios da Internet no Brasil ..... 219**
Marcelo Sávio Carvalho & Henrique Luiz Cukierman - BRASIL -

**CAPÍTULO 14**
**El impacto de las políticas de desregulación en las TICs durante la década de los 90 en la Argentina ..... 239**
Antonio Roberto Foti - ARGENTINA -

**CAPÍTULO 15**
**La Digitalización de la Biblioteca Marcel Roche: Condición para el Aprendizaje Informacional Científico Tecnológico ..... 259**
Irene Plaz Power & Hebe Vessuri - VENEZUELA -

**CAPÍTULO 16**
**La investigación científica: una base para la exportación de software en Uruguay .. 277**
Jorge Vidart - URUGUAY -

**CAPÍTULO 17**
**Semblanza de Manuel Sadosky ..... 287**
Jorge Aguirre & Marcelo Arroyo - ARGENTINA -

# PRÓLOGO

Es bueno mirarse en la propia sombra
*Proverbio mapuche* [1]

Habitualmente, pensar en la informática ha sido y es pensar en el futuro; una trayectoria tecnológica recorrida al compás de innovaciones radicales y drásticas disrupciones autoriza a hacerlo. En términos generales, Latinoamérica ha sido, al igual que en otras áreas, un espectador de la revolución tecnológica de las TICs y un adoptante, por lo común tardío, de sus resultados, productos y tecnologías. El precio pagado no es menor, dependencia tecnológica, «brecha digital», atraso industrial, diáspora y mucho más.

Superar el atraso y la dependencia, terminar con la exclusión y poner en marcha los motores de la innovación y el crecimiento con equidad es la tarea de la hora. Y es urgente, el próximo salto tecnológico esta a la vista, dando sus primeras muestras de vida...es necesario revolucionar la educación, la investigación científica y técnica, el Estado, las empresas.

Elegir el camino correcto no es sencillo, y es a la vez decisivo. Múltiples luces de variados y bonitos colores invitan a seleccionar atajos. La actual globalización puede inducir a creer que los límites nacionales o regionales son rémoras del pasado y solamente existen en los mapas. Sin embargo, no hay atajos -la década del 90 es una amarga experiencia para los pueblos de Latinoamérica- y como nunca antes, es necesario preservar nuestros valores nacionales, culturales e identitarios. Es imprescindible comprender y delinear la trayectoria de cada una de las naciones y de Latinoamérica como región, también en cuanto a la tecnología, aún en una tecnología tan «global» como la

[1] También título de la magnífica obra teatral homónima de la artista mapuche Luisa Calcumil.

informática. En esa dirección, y con estos objetivos tan concretos como urgentes, esta Historia de la Informática en América Latina es un aporte de gran importancia; porque en sus páginas hablan los pioneros de sus aciertos, sus errores y sus sueños, porque se describen las experiencias fundamentales que posibilitan la reflexión crítica y autocrítica que podrá alumbrar el camino hacia el futuro, y sobre todo porque es bueno mirarse en la propia sombra.

Las páginas que siguen son a la vez un relato vibrante y emotivo de varias epopeyas científicas, tecnológicas, educativas, políticas, y a la vez un compendio de enseñanzas y lúcidas conclusiones extraídas de las experiencias, en varios casos en la voz de los protagonistas. La presencia fundacional, el espíritu y los combates de Manuel Sadosky, los proyectos de desarrollo autónomos de Argentina y Brasil, las enseñanzas de la experiencia uruguaya, los inicios de la educación en computación, las primeras computadoras, la inquebrantable decisión de los cubanos frente al bloqueo…en fin, ni más ni menos que nuestra trayectoria, nuestro más valioso capital para enfrentar el futuro.

**Gabriel Baum**

# INTRODUCCIÓN

Esta compilación, creemos que la primera que se ocupa de reunir investigaciones históricas y trabajos testimoniales acerca de la Historia de la Informática en América Latina, tiene, como todo proceso de trabajo, su propia historia. Sabemos que cada historia puede remontarse y bifurcarse hacia el pasado numerosas veces y entonces hay que fijar un comienzo. En nuestro caso podemos decir que el comienzo fue SAMCA, Salvando la Memoria de la Computación Argentina, proyecto ideado por Jorge Aguirre en la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Córdoba, Argentina en cuyo diseño también participó Raúl Carnota y que se puso en marcha en 2007 con la participación de docentes de la de las universidades argentinas de Buenos Aires (UBA), del Litoral (UNL) y de la Plata (UNLP). Así comenzamos a trabajar en colaboración en este campo los compiladores de este libro. Al año siguiente recibimos el llamado del Congreso «*Ciencias, Tecnologías y Culturas en América Latina y el Caribe*» a realizarse en la Universidad de Santiago de Chile (USACH). Respondimos fundamentando la importancia de una mesa de Historia de la Informática en la región y el Presidente del Congreso, el investigador chileno Eduardo Devés, aceptó nuestra sugerencia. La cuestión siguiente fue: ¿quiénes eran los «historiadores de la informática» a convocar? Enviamos llamados a presentar trabajos a través de todas las redes que podíamos acceder, rastreamos por Internet trabajos que trataran del tema para invitar a sus autores, convocamos casi al azar a investigadores de Departamentos de Ciencias de la Computación de diversos países de la región. El esfuerzo valió la pena y, evidentemente, el interés estaba vivo porque recibimos 41 resúmenes provenientes de ocho países. Y a partir de ellos, luego de una evaluación compartida con la historiadora argentina Dora Barrancos y los colegas Pablo Jacovkis (UBA-Argentina) y Rafael Lins (UFP-Brasil) resultaron aceptados 29 artículos.

Las dos jornadas que vivimos en la USACH fueron muy intensas y culminaron en un espacio que reservamos para discutir cómo dar continuidad a este primer esfuerzo. Allí se forjó el compromiso de los compiladores de editar este libro. Para su concreción realizamos una convocatoria, cerrada a las ponencias aceptadas, con un proceso de revisión de trabajos completos por parte del comité editorial integrado por Dora Barrancos, Ivan Da Costa Marquez, Enri-

que Cukierman, Pablo Jacovkis y los compiladores.

La breve historia que hemos expuesto ha de explicar la desproporcionada presencia de trabajos de la Argentina frente a la débil o nula de los otros países de la región. Sin embargo esta debilidad general no ha de impedir fortaleza, según el decir de Ivan Da Costa Marques respecto a una elevada proporción de los trabajos sobre Argentina:

> *«sus textos son óptimos, se complementan, unos suplen a los otros y conforman juntos una historia densa de acontecimientos de la informática en la Argentina».*

No obstante, el libro se puede percibir en su totalidad como un conglomerado de fragmentos, unas pocas pinceladas apenas desparramadas sobre una gigantesca tela. Pero creemos que esto es inevitable frente a la carencia de estudios históricos y a la escasa y dispersa producción y/o recopilación de testimonios en la región[1]. Valga esta obra como un paso hacia la superación de esas carencias. Ella contiene un valioso repertorio, que incluye tanto trabajos de investigación histórica como producciones testimoniales de actores protagónicos de la historia que estamos empeñados en reconstruir.

Frente a la diversidad de épocas y lugares y la diferencia de apertura con que se observan los temas tratados, hemos resuelto un ordenamiento cronológico, colocando al inicio a aquellos artículos que abarcan períodos más extensos.

Los Capítulos 1 a 3 son aportes a la historia de la informática en Argentina, Cuba y Uruguay respectivamente, centrados en el campo académico y educativo pero sin ignorar a los respectivos contextos sociopolíticos. Abarcan las tres primeras décadas, desde los sesentas hasta inicios de los noventas. En los tres hay un componente testimonial, dado que sus autores, o al menos algunos de ellos, han sido protagonistas de los sucesos que tratan, pero también tienen un tratamiento más amplio de fuentes y la inclusión de otras voces, lo que los convierten en investigaciones históricas.

---

[1] Con algunas excepciones. Brasil exhibe una importante producción histórica, en términos relativos, en gran medida por el revulsivo impacto socioeconómico y político que produjeron las Políticas Nacionales que, con diversas concepciones, se desarrollaron desde mediados de los setentas hasta fines de los ochentas del siglo pasado. Cuba muestra una preocupación institucional por preservar su historia temática y difundir la de la región. Por otra parte hay felices iniciativas en materia de recopilación de testimonios como la que reúne a los «creadores» de Internet en la región (http://interred.wordpress.com/ o http://pioneros.comunica.org/).

El Capítulo 1 ubica a los principales acontecimientos del desarrollo de la informática en Argentina en su contexto socio económico, partiendo de los antecedentes nacionales más influyentes del siglo XX. El Capítulo 2 muestra las estrategias con que Cuba logra insertar a la computación en todos los niveles de su sistema de educación y en sus sectores productivos y de gobierno, pese a las limitaciones que le impusieron primero el bloqueo estadounidense y luego la caída del socialismo en Europa Oriental. También se mencionan poco conocidos desarrollos propios en *hardware* y *software* de base. En el Capítulo 3, la historia de la computación en la Universidad de la República del Uruguay está enriquecida con la inclusión de tramos de entrevistas al Dr. Manuel Sadosky, figura pionera que reaparece en otros trabajos y cuya semblanza es motivo del capítulo de cierre. También es auspicioso que el mencionado trabajo sea una «coproducción» de dos informáticos y una historiadora.

El capítulo 4 más que una narrativa histórica es un artículo de tesis («position paper» sería la mas conocida expresión en inglés). Su punto de partida es el análisis del proceso de desarrollo de software dentro una gran organización brasileña durante las tres primeras décadas de la informática. Dicho análisis muestra un corrimiento temporal de las prácticas que en él se aplican con respecto a su uso en el «*primer mundo*». A partir de esta observación se infiere que hay una significativa asimetría entre países centrales (productores de tecnología informática) y países periféricos (consumidores). En el artículo se señala que la justificación ideológica del traslado de las técnicas de un ambiente a otro, que los autores cuestionan, es el supuesto de que la tecnología tiene un «contenido», escindible del «contexto de aplicación», y que dicho contenido, por responder a una racionalidad universal y abstracta, resultaría trasplantable al margen de las diferencias culturales.

A partir del capítulo 5 y hasta el 16 se despliega un orden temporal que cubre diversos aspectos de la historia de la Informática desde sus inicios en la región, a fines de los años 50, hasta el fin del siglo pasado. Así el capítulo 5 reconstruye con minuciosidad por vez primera el proceso de adquisición de la primera computadora académica en Argentina (la Ferranti Mercury, mítica en su país y apodada *Clementina*) y estudia el proyecto académico político del que era parte y cuyo impulsor central fue –y una vez más aparece en este libro- Manuel Sadosky. Si bien algunos hitos de esta historia son conocidos (bastaría una búsqueda en Google de *Clementina*, *computadora*), existen mitos e inexactitudes que los autores superan mediante una exhaustiva investigación documental y el testimonio original del último sobreviviente del grupo encargado de la compra de la computadora y de la fundación del Instituto de Cálculo de la Universidad e Buenos Aires (UBA).

En realidad, el capítulo 5 y los que lo siguen hasta el 9 inclusive, pueden leerse en conjunto como fragmentos de un panorama de la computación en la Universidad de Buenos Aires entre 1958 y 1971, pese a que no han formado

parte de ningún plan previo. El Capítulo 6 es un trabajo testimonial de enorme valor ya que lo ha escrito uno de los primeros protagonistas de la computación en la región, el Ingeniero Humberto Ciancaglini, quién entre 1958 y 1962 encaró el desarrollo de una computadora en la Universidad de Buenos Aires y formó, mediante ese proyecto, un grupo de ingenieros jóvenes en el flamante Laboratorio de Electrónica Digital, cuyos miembros habrían de tener roles destacados en las décadas siguientes. Este capítulo también incluye un «viaje a la prehistoria» de la industria electrónica argentina, con raíces en la década de 1930.

El capítulo 7 testimonia otra actividad pionera en la UBA: el desarrollo en 1965 de un compilador para facilitar el uso de la computadora Ferranti Mercury ya mencionada. Una verdadera proeza para la época y lugar, ya que casi no existían antecedentes ni, menos aun, herramientas generales de desarrollo. El desafío fue planteado por Manuel Sadosky y el epílogo del capítulo no es feliz. Pese a estar terminado y operativo, el compilador apenas si fue usado, ya que casi todo el personal del Instituto de Cálculo renunció como protesta por la agresión a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA por parte de los autores del golpe de estado de 1966 en Argentina. Un aspecto notable de este riguroso y detallado testimonio es que sus autores conforman el equipo completo de construcción del compilador, con su líder y sus cuatro programadoras (siguiendo la tradición fundada por Ada Byron).

El capítulo 8 es una investigación que, a partir de una intensa búsqueda en archivos y rastreando testimonios menos conocidos, reconstruye la trayectoria de aquel Instituto de Cálculo y de aquella computadora luego del ya mencionado vaciamiento del primero. Contra las versiones habitualmente difundidas por muchos periodistas e incluso historiadores locales, la computadora (¡de válvulas!) no fue destruida por un ataque policial sino que siguió funcionando hasta fines de 1970. La tesis del trabajo es que el retroceso en computación provocado por dicha ruptura política -que suele simbolizarse con los garrotazos que recibieron profesores y estudiantes en el momento de la intervención a la Universidad- fue mas sutil y se manifestó en una continuidad cada vez mas anquilosada, en medio de conflictos cruzados entre diversos grupos de interés tanto universitarios como de las élites gobernantes y de las empresas proveedoras de equipos de computación. Precisamente el nombre de una de dichas empresas se hace presente en el título del capítulo 9. Es el mismo escenario y la misma época de los capítulos anteriores pero esta investigación se focaliza en las vicisitudes de la carrera de Computador Científico creada en la UBA en 1963 (hasta donde sabemos la primera de la región) y pone de manifiesto cómo fue fluctuando el perfil y nivel de la misma en función de variables sociales y políticas. El episodio culminante fue una movilización estudiantil que provocó la salida forzada de dos profesores pertenecientes a la empresa que había colonizado la carrera a partir del vacío producido por las mentadas renuncias masivas de 1966. Esta movilización logró que se comenzara a enseñar

realmente Ciencias de la Computación en la UBA.

Los capítulos 10 y 11 se ubican en la década siguiente, la de 1970, momento en que la Informática se ha convertido en un fenómeno social, económico y político relevante que comienza a incidir en la brecha tecnológica entre el centro y la periferia, amenazando con profundizar la dependencia de ésta última. Su carácter estratégico y la importancia de dominar sus técnicas, comienza a ser resaltada por diversos líderes políticos preocupados por la hegemonía de las grandes corporaciones, principalmente originarias de los Estados Unidos de Norteamérica. No es casual que a inicios de la década se de el proceso de reconversión del Instituto Internacional de Cálculo (ICC) en la Oficina Intergubernamental de Informática (IBI) que promovió políticas y proyectos que apuntaban a recuperar en los países *en vías de desarrollo* el control público del fenómeno y a desarrollar una relativa autonomía tecnológica. Esta inquietud, sumada al surgimiento de las minicomputadoras, dio pie a la formulación de proyectos de desarrollo nacional entre los cuales el caso más conocido en la región es el de Brasil. De los inicios de estos proyectos en el contexto de la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ) trata el capítulo 10. Allí el Núcleo de Computación Electrónica (NCE) comenzó tempranamente una línea de investigación de donde surgió el diseño y construcción de varios prototipos de artefactos de computación y comunicaciones, que luego fueron industrializados por el sector empresario nacional. El trabajo reflexiona sobre esta experiencia y evoca discusiones de gran actualidad sobre cómo hacer investigación científica y tecnológica en la periferia. En el caso de Brasil esta experiencia piloto marcó rumbos en cuanto a las modalidades de complementación Universidad-Empresa.

El capítulo 11 recoge el testimonio del Ingeniero Roberto Zubieta, quién encabezó en Argentina un ambicioso proyecto de desarrollo y producción de una minicomputadora en el estado del arte, en una empresa privada nacional. Si bien, a diferencia del caso de la UFRJ, no hubo participación de las Universidades, es interesante señalar que tanto el autor del testimonio como varios de sus principales colaboradores, habían formado parte destacada del Laboratorio de Electrónica que dirigía el Ingeniero Ciancaglini (capítulo 6) y que un grupo importante de los desarrolladores de software del proyecto se habían beneficiado del salto de nivel de los estudios de Computación Científica de la UBA.

Un nuevo salto nos lleva a la década de 1980, aunque en planos muy diferentes. El Capítulo 12 tiene como escenario una Argentina que emerge de la feroz dictadura que la asoló entre 1976 y 1983. Un sector del nuevo gobierno democrático apostaba a posicionar al país en la senda de la «Tercera Revolución Industrial», donde la informática aparecía en un rol clave, y se propuso poner en marcha Políticas Nacionales de Informática (PNI) que miraban la experiencia en curso del Brasil y apuntaban a sintonizar con ella. En ese contexto, el trabajo analiza las experiencias académicas que acompañaron este intento. Una vez más en este libro aparece la figura de Manuel Sadosky, que

fue el responsable del área de Ciencia y Técnica en ese gobierno del retorno democrático argentino y el mentor de estas experiencias que tienen, además, el valor de haber apostado a la cooperación regional latinoamericana. Por otro lado, el Capítulo 13 se remonta a la *prehistoria* y la «*edad antigua*» de Internet en Brasil. Desde sus comienzos (todavía en los setentas), los servicios de transmisión de datos fueron encarados como una cuestión de Estado, marcada por las preocupaciones del gobierno militar por la seguridad nacional. Por la época también otros actores señalaban los riesgos del «*flujo de datos transfronteras*», que ponía en cuestión el concepto de fronteras territoriales y de control nacional sobre un componente del patrimonio que empezaba a verse claramente como estratégico: la información. En el artículo, la implantación de Internet en Brasil surge como el resultado de una compleja interacción de cuestiones técnicas, actos de regulación, iniciativas académicas, inversiones estratégicas del Estado, decisiones empresarias y trabajos del tercer sector.

Los tres capítulos que siguen están mucho más cerca de nuestro presente. La reestructuración económica global y los desarrollos tecnológicos inextricablemente ligados a ésta, acabaron con las iniciativas de «políticas nacionales» y dieron paso a las políticas neoliberales que se aplicaron en distinto grado en la región durante los años de la década de 1990. El Capítulo 14 documenta, con abundancia de datos, el devastador efecto de la desregulación sin control en el sector de las TICs en Argentina y su impacto en la industria electrónica, que contaba en ese país con una importante tradición en la sustitución de importaciones. El Capítulo 15 es radicalmente distinto a los anteriores, ya que se dedica a analizar una aplicación concreta de las TIC's, ya en el inicio del nuevo siglo. Se trata de la digitalización de la principal Biblioteca Científica de Venezuela. En el artículo se reflexiona sobre los primeros resultados de un proyecto que busca orientar la digitalización en la dirección de la alfabetización *informacional* en ciencia y tecnología, siguiendo las tendencias internacionales. El trabajo incorpora mediciones de respuestas de los usuarios, que, en algunos casos pueden parecer paradojales. Finalmente, en el Capítulo 16 uno de los pioneros de la informática uruguaya intenta explicar un hecho en apariencia «sorprendente»: a fines de la década del 90 Uruguay «descubrió» que se había convertido en el primer exportador de software y servicios asociados de América Latina. El autor opina que esta sorpresa no debería ser tal si se considera la larga tradición de la informática universitaria en el Uruguay, de la cual brinda un vivo testimonio desde los inicios hasta nuestros días. Concluye que la política de promover en la Universidad una buena formación básica y, por lo tanto, adaptable a las tecnologías vigentes y a las futuras ha sido un componente muy importante del fenómeno.

El Capítulo que cierra esta compilación está dedicado a la memoria de Manuel Sadosky, quien fuera figura central de la computación en ambas orillas del Río de la Plata. El trabajo acompaña su infatigable tarea de constructor desde

los finales de la década de 1950, cuando impulsa la creación del Instituto de Cálculo de la UBA y la compra de la primer computadora académica argentina, hasta treinta años después en la creación de un programa de cooperación con Brasil y la construcción de la Escuela Superior Latinoamericana de Informática (ESLAI). A lo largo de ese trayecto, el artículo va mostrando las múltiples facetas de una personalidad latinoamericana integral. Como remate termina con una cita a una de las metáforas preferidas de Sadosky con la cual, parafraseando a Goethe, nos deja su legado a los latinoamericanos:

> *«...La gran rueda de la historia raras veces se detiene, hay que luchar y vencer, ser yunque o ser martillo.*
>
> *Por mucho tiempo hemos sido yunque, es hora de que nos transformemos en martillos para forjar nuestro destino...».*

Esperamos que este libro contribuya en alguna modesta medida a mantener vivo el empeño por esa transformación.

**Jorge Aguirre y Raúl Carnota**

# CAPÍTULO 1

## Panorama de la historia de la Computación Académica en la Argentina

Jorge Aguirre[1]

Universidad Nacional de Río Cuarto; jaguirre@dc.exa.unrc.edu.ar

### Resumen

Se analiza la historia de la computación académica Argentina y sus vinculaciones con la región, inserta en su contexto socio económico y político general. El análisis se centra en la Argentina pero hecha miradas hacia la otra banda del Río de la Plata que destacan la similitud de ambas historias. También se observan algunos aspectos de la industria y el quehacer profesional informático. Como cuando se funda una de las primeras carreras de informática en 1963, la Universidad de Buenos ya había logrado un importante desarrollo en investigación y transferencia. También como, pese a ese promisorio inicio, en 1994 el sistema universitario argentino mostraba un marcado atraso, sin profesores doctorados ni bibliografía ni equipamiento. En este trabajo se intenta una explicación de esa antinomia. Se reseñan los sucesos políticos y económicos más importantes y su influencia en el desarrollo de la Informática. Se muestran el estrecho paralelismo entre Argentina y Uruguay y los proyectos de cooperación binacional o regional para el desarrollo de la Informática en Americana Latina y el Caribe; la influencia de los golpes militares y la importancia de los logros obtenidos en lo últimos quince años, por ejemplo, pasar de uno a más de ochenta doctores en el sistema universitario argentino y un avance similar en el uruguayo. Pese al esfuerzo realizado por el autor por mantener rigor histórico, no puede negarse que su carácter de protagonista de muchos de los sucesos tratados, impregnan a este trabajo de un carácter testimonial.

## 1. Los tiempos Previos al ingreso de la Computadora en la Argentina

### 1.1. La Reforma Universitaria

Al terminar el siglo XIX el sistema universitario argentino contaba con dos

[1] Este trabajo ha sido desarrollado en el marco del proyecto SAMCA subsidiado por el MINCyT de Córdoba y la SCyT de la Univ. Nac. De Río Cuarto, Argentina.

universidades nacionales: la Universidad de Córdoba (fundada en 1613 a partir del Colegio Máximo de la Compañía de Jesús), y la Universidad de Buenos Aires (creada en 1826). También existían dos universidades provinciales, la de Tucumán y la de Santa Fe. La organización de las universidades nacionales respondía a la ideología imperante que las veía destinadas a formar a una reducida elite dominante, de un país agro-exportador, la influencia de la Iglesia Católica continuaba siendo importante, sobre en Córdoba. Ellas se regían por la llamada ley de Avellaneda que establecía que el Gobierno Nacional dictaba sus estatutos, designaba a las autoridades y a los profesores titulares, mientras que la conducción estaba a cargo de las academias (órganos vitalicios, apartados de la dialéctica de enseñar y aprender)[2] y administrativamente dependían del gobierno nacional. Por esa época, se fundó la Universidad de La Plata, nacida con un diseño mucho más moderno y que tuvo un rápido desarrollo[3].

En 1918, durante el gobierno del Dr. Hipólito Irigoyen, lider del partido Radical[4], en la ciudad de Córdoba se consolida un importante movimiento estudiantil, que veía a la Universidad como generadora de conocimiento, promotora de progreso y cambio social y propiciaba importantes modificaciones en su estructura. Estas aspiraciones adquirieron el nombre de «Reforma Universitaria» y el movimiento que las sustentaba Movimiento Universitario Reformista (MUR). Los cambios impulsados se basaban en los siguientes principios básicos: a) La autonomía de las universidades del poder político. b) El gobierno de las mismas a cargo de cuerpos integrados por representantes de los docentes y de los estudiantes.[5] c) La asignación de cargos docentes mediante concursos públicos. d) La libertad y periodicidad de cátedra y la más absoluta libertad de pensamiento. Luego de una larga huelga y grandes movilizaciones que se extendieron a otras universidades y a las que se sumaron sindicatos y organizaciones obreras, los reformistas lograron, primero que el presidente Hipólito

[2] El proyecto original de Avellaneda contemplaba la autonomía y autarquía universitaria, pero finalmente estas características fueron eliminadas del texto aprobado por el Congreso de la Nación ( ley 1597 de 1885).

[3] Particularmente en Ciencias Exactas, a partir de la colaboración del gobierno alemán, que solventó prolongadas estadías de destacados científicos alemanes y donó equipamiento para sus laboratorios, siguiendo un programa de penetración cultural en Latinoamérica ([9]).

[4] El presidente anterior, Dr. Luís Sáenz Peña, había conseguido promulgar la ley electoral (que luego se conociera con su nombre) que establecía las condiciones para lograr el sufragio universal y evitar el fraude electoral, hasta entonces imperante, que garantizaba siempre la victoria de la oligarquía y los sectores de mayor poder.

[5] Posteriormente a los gobiernos universitarios se sumaron representantes de los graduados.

Irigoyen interviniera la Universidad de Córdoba, encomendando a su interventor (Dr. Nicolás Matienzo) que modificara los estatutos para satisfacer las demandas de los estudiantes. Matienzo dejó el gobierno universitario en manos de los profesores pero separó los órganos vitalicios. Los estudiantes aceptaron y el 1 de mayo se realizó la asamblea universitaria, constituida por los profesores, para designar a las nuevas autoridades. Se comenzó por la designación de los Decanos, siguiéndose por el Vicerrector, los resultados satisficieron a los estudiantes. Antes de elegir al Rector se pasó a un cuarto intermedio hasta el 15 de junio. Ese día inesperadamente, la asamblea eligió como rector al candidato de la asociación «Corda Frates»[6], que hasta entonces había regido la cuestionada política de la universidad: el Dr. Antonio Nores. Al conocerse el resultado los estudiantes invadieron el salón de la Asamblea, lo desalojaron e impidieron que se efectivizara el nombramiento. El 17 de junio Asumió Nores. A partir de allí crecen las manifestaciones y se extienden a todo el país. Se publica el «manifiesto liminar de la Reforma» escrito por Deodoro Roca y dirigido a los «Hombres libres de Sur América» que tendría repercusión en toda la región.[7]

Finalmente el presidente Irigoyen interviene la Universidad de Córdoba, se reforman su estatutos y se da lugar a las fundamentales aspiraciones de los estudiantes.

La Reforma Universitaria dio a las universidades argentinas una estructura muy moderna, que permitió su desarrollo e integró a todos los sectores universitarios en la responsabilidad de su conducción. El MUR, impulsor de la Reforma, habría de de tener importante participación en todos los procesos universitarios desde entonces. Sin embargo las intervenciones a las universidades durante gobiernos de facto y también constitucionales quebraron muchas veces el ejercicio de la Reforma Universitaria. También durante los primeros gobiernos del general Perón (1946 a 1955) dos leyes apartaron la conducción de las universidades de los principios de la Reforma y final y paradójicamente estos fueron restituidos por un gobierno dictatorial como se verá en la próxima sección.

## 1.2. Del gobierno del general Perón a la situación en que ingresa la Computación en la Universidad

Al iniciarse la posguerra, en 1946, fue elegido Presidente el general Juan Domingo Perón, líder del Movimiento Justicialista (o Movimiento Peronista), movimiento que se fue consolidando desde 1943, mientras Perón (entonces coronel)

[6] Grupo reducido de universitarios católicos de gran peso político y diversa filiación, que siempre tenía influencia en los grupos de poder y lograba imponer sus intereses (nota 4 de [15], página. 2 de [18]).

[7] El Manifiesto se encuentra publicado en La Mensula [15] Año 2 Num.5.

ascendía en cargos vinculados al trabajo y la previsión social, durante los gobiernos militares precedentes. El Movimiento Justicialista contaba con un importante apoyo popular y buscaba desplazar el centro de la economía, de la exportación de productos agropecuarios a la producción industrial; desarrollando el consumo interno y expandiendo y fortaleciendo a la clase obrera. El gobierno de Perón introdujo importantes mejoras laborales y sociales. También impulsó el desarrollo industrial; para lo cual cerró el mercado, dejando en el estado el control de las importaciones y la comercialización exterior de las exportaciones agrarias. Mantuvo una política autónoma, no falta de conflictos, frente a Estados Unidos, que además de mantener su control sobre Latinoamérica, pugnaba por asumir su nuevo rol de liderazgo occidental. También se enfrentó a la clase terrateniente que había tenido predominio absoluto en la conducción y conformación del país.

Respecto de la ciencia y la tecnología este gobierno auspició la introducción de tecnología de punta e impulsó la industria, que logró producir automóviles, máquinas agrarias, equipos electrodomésticos, aviones y hasta llevó al país a ser uno de los primeros en producir aviones a reacción (el caza Pulqui II y su prototipo, Pulqui I). También, durante este gobierno se fundó la Comisión Nacional de Energía Atómica y el Instituto de Física Atómica de Bariloche (más tarde llamado Instituto Balseiro) [1]. Pero por otro lado eliminó los principios de la Reforma en el gobierno de las universidades, inicialmente mediante intervenciones y luego mediante el dictado de dos leyes.[8] Las universidades perdieron su autonomía, pasando su conducción a depender del poder ejecutivo, se dejaron cesantes a muchos de sus profesores por razones políticas y se suprimió las provisión de cargos mediante concursos [6].

La oligarquía terrateniente se enfrentó del gobierno desde el principio, luego muchos y heterogéneos sectores se le unieron en contra de Perón, constituyendo la «Unión Democrática» (formada por radicales -herederos de Irigoyen-, socialistas, el MUR, conservadores, comunistas y grupos cristianos). Durante su segunda presidencia, el 16 de junio un levantamiento de la Aeronáutica Naval fue sofocado luego de bombardear la casa de gobierno y sus alrededores, hecho que dejó centenares de civiles muertos y heridos. Finalmente el 23 de septiembre de 1955, el gobierno del general Perón fue derrocado por otro golpe militar que se dio el nombre de «Revolución Libertadora».

El 26 de septiembre asumió la presidencia el Gral. Eduardo Lonardi, de línea moderada, que en su primer discurso proclamó el lema «ni vencedores ni vencidos», llamando a la pacificación nacional.

[8] Las leyes 13.031 «Nuevo régimen universitario» y 14.297 «Ley orgánica de Universidades. Establecen que el gobierno nombra directamente a Rectores, Decanos y Profesores Titulares. La administración económica depende el Administración Central.

En esa época ya existían diversas organizaciones de estudiantes, de distintos niveles. La Federación Universitaria Argentina (FUA) agrupaba a las federaciones regionales, como la FUBA de la Universidad de Buenos Aires, las cuales a su vez agrupaban centros de estudiantes de las distintas facultades; lo mismo sucedía en las otras universidades.

Ni bien producido el golpe, el MUR propició la toma de las casas de estudio, la FUA y la FUBA, por mandato de todos los centros que federaban, ocuparon la UBA y cada una de sus facultades, asumiendo provisoriamente los respectivos gobiernos y garantizando su funcionamiento académico y administrativo; lo mismo sucedió en el resto del país. Sobre estos hechos dicen J. Albertoni y R. Zubieta en *La Construcción de lo Posible* [5], «Los hechos inmediatamente posteriores demostraron el éxito de esta acción política universitaria simple y clara que jugaba a todo o nada el devenir de las décadas siguientes…». Los estudiantes pidieron al flamante gobierno de facto que se volviera al régimen de la reforma y propusieron ternas para la designación de los rectores interventores. Así los estudiantes liderados por el MUR lograron que el gobierno militar designara como rectores y decanos interventores a destacados intelectuales y se dictaran las normativas que volvían a las universidades a los principios organizativos de la Reforma[9], garantizando su autonomía y autarquía.

Menos de dos meses después un golpe interno depuso al presidente Lonardi y el 13 de noviembre de 1955 asumió la presidencia el general Pedro Eugenio Aramburu de línea mucho más dura, el peronismo fue declarado ilegal y se penó hasta la pronunciación de las palabras que consideraban sus símbolos (*descamisados, Perón, Evita, jusiticialismo, etc.)*. El movimiento justicialista, aunque ahora clandestino, no perdió vigencia, mientras que sus adherentes sufrieron represiones que llegaron hasta la masacre de obreros y el fusilamiento de militares, luego de un intento de militares peronistas de reponer al gobierno constitucional (Rodolfo Walsh expone los resultados de su investigación sobre estos hechos en *Operación masacre* [14]).

Perón desde el exilio continuó siendo el líder del movimiento justicialista y su peso político fue recuperando protagonismo con el paso de los años.

---

[9] El 23 de diciembre de 1955 el gobierno dicta el decreto ley 6.403, que regula el funcionamiento de las universidades según la Reforma. Sin embargo el artículo 28 de ese decreto establece la posibilidad de que universidades privadas pudieran extender títulos habilitantes. Esto desencadena un conflicto que fisura la unidad de los universitarios, separándose los sectores católicos que propician la existencia de universidades católicas (la revista universitaria La Ménsula dedica su número de abril de 2009 a este último tema [15]).

A comienzos de 1957 culminó la normalización de las universidades – llevada adelante por los rectores y decanos interinos que habían logrado imponer las federaciones estudiantiles- con la elección de autoridades. Estas incluían a brillantes universitarios, que iban a impulsar una progresista y profunda transformación. En la Universidad de Buenos Aires el Rector electo fue el Dr. Risieri Frondizi (hermano del futuro presidente Dr. Arturo Frondizi). Esta será la Universidad en que ingresa la Computación.

En cuanto a las Ciencias Exactas el sistema universitario argentino, además de los beneficios de los períodos de Reforma Universitaria, había contado desde 1917 con el impulso del destacado matemático español Dr. Julio Rey Pastor, fundador de la escuela matemática argentina. Luego, las guerras que devastaron Europa del 36 al 45, permitieron la radicación de importantes matemáticos europeos como los doctores Beppo Levi, Luís Santaló, Manuel Balanzat, Eduardo Pi Calleja y Antonio Monteiro. Por otra parte la Física también había tenido un significativo desarrollo desde comienzos del siglo XX con el apoyo de Alemania que buscaba penetrar culturalmente en América Latina ([9]). La Fisiología había contado con la importante obra de Bernardo Houssay (que obtuvo el premio Nobel de fisiología en 1948) ([6]). Este bagaje académico permitió a las autoridades universitarias electas impulsar importantes proyectos de desarrollo de las Ciencias. Resulta emblemático el de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UBA cuyo Decano era el Dr. Rolando García y cuyo Vicedecano, el Dr. Manuel Sadosky.

La FCEyN creció rápidamente: se ejecutó un importante proyecto de formación de recursos humanos, se consiguió equipamiento e infraestructura y se incrementó notablemente la planta de docentes-investigadores, que se calificaba con el retorno los que partían a realizar estudios en el exterior.

No menos importante fue el desarrollo del emprendimiento editorial de la UBA, EUDEBA que en 1966 había impreso 10 millones de libros (en un país con 22 millones de habitantes en 1958), dando cumplimiento a su programa de difusión de la lectura, *un libro para todos*. En este contexto de ebullición académica iba a ingresar la primera computadora en la academia rioplatense (una descripción fascinante dada por los mismos actores de este proceso se encuentra en *La Construcción de lo Posible* [5]).

En el ámbito nacional, al gobierno de facto de Aramburu siguió el constitucional del Dr. Arturo Frondizi, que ganó las elecciones de 1958. Estas elecciones fueron llamadas por el gobierno militar con la exclusión del movimiento justicialista, cuyos votos decidieron el triunfo de Frondizi. El nuevo gobierno civil mantuvo el apoyo al desarrollo de las universidades nacionales, que continuaron el camino iniciado en el 57.

## 1.3. El procesamiento de datos previo a la Computación

Antes del nacimiento de la computadora ya existía en Argentina un impor-

tante desarrollo de lo que se denominaba «procesamiento mecanizado de datos». Este se realizaba con máquinas de registro directo: *tabuladoras*, *clasificadoras* y *perforadoras*. Los datos se registraban en tarjetas perforadas, que constituían el único medio de memoria. El proceso se realizaba mediante una sucesión de etapas, constituidas por el paso de lotes de tarjetas; sucesión iniciada por los datos de partida y seguida generalmente por otros lotes conteniendo información intermedia obtenida en etapas anteriores del proceso. Cada paso daba como resultado el reordenamiento del lote procesado, uno nuevo, o una impresión. Las máquinas eran capaces de realizar operaciones aritméticas sobre los datos representados en una tarjeta y de tomar decisiones lógicas simples a partir de los datos de la tarjeta en curso. Las operaciones que cada máquina debía realizar se programaban mediante la conexión (por cableado) entre contactos de un tablero. Algunos organismos del estado y las grandes empresas nacionales argentinas y uruguayas contaban con equipamiento de este tipo, algunos de los cuales perduraron hasta mucho después del auge de la computación -hasta ya entrados los 80-. Un tratamiento general de estos temas puede encontrarse en [3].

## 2. El ingreso de la Computación en la Universidad

El Dr. Manuel Sadosky, con el apoyo de los matemáticos González Domínguez, Rey Pastor y otros profesores de la UBA, inició en 1957 los trabajos de implantar la Computación en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN) de la UBA. Para ello impulsó la adquisición una computadora. Se seleccionó a una Mercury Ferranti que llegó al país en 1960 y fue instalada en el flamante Pabellón I de la Ciudad Universitaria en construcción.[10] La Computadora recibió el nombre de Clementina. Sus dimensiones sorprenden hoy: ocupaba toda una sala, estrictamente acondicionada; pero su memoria principal tenía sólo 1K palabras de 48 bits. Como memoria secundaria tenía tambores magnéticos y la entrada-salida se realizaba mediante cinta de papel perforado, impresora, consola y un parlante, con el que deslumbraba tocando algunas piezas, ente ellas la que le dio su nombre [10]. Contaba con un ensamblador con facilidades orientadas al cálculo, *Autocode*, con el que se iniciaron las primeras camadas de programadores argentinos. En 1962 Sadosky fundó el Instituto de Cálculo, que dotado de la nueva herramienta, se ubicó en la primera línea del acelerado desarrollo de la Facultad, mandando a varios de sus

[10] El proyecto de la Ciudad Universitaria de la UBA quedaría luego trunco, llegándose a construir solamente tres pabellones, el I destinado fundamentalmente a investigación, que alberga los departamentos de Física, Matemática y Computación de la Facultad de Ciencias Exactas, el II destinado a docencia y a los demás departamentos de la misma Facultad y el III destinado a la Facultad de Arquitectura.

jóvenes integrantes a realizar estudios al exterior y alcanzando masa crítica y reconocimiento, rápidamente. Clementina permitió iniciar investigaciones en: Desarrollo de software de base, llegándose a diseñar un lenguaje cuyas expresiones podían incluir matrices como operandos y también permitía definir funciones recursivas, naturalmente también se implementó su compilador [16]. Desarrollo de periféricos e interfaces. Matemática aplicada, entre ellas el calculo de la orbita del cometa Halley (desarrollada por Pedro Zadunaisky). También permitió realizar importantes transferencias en diversas áreas, como modelado hídrico, estadística, medicina y bioquímica. Una muestra de los trabajos realizados puede verse en el capítulo «Semblanza de Manuel Sadosky».

En la Facultad de Ingeniería de la UBA también se constituyeron grupos de investigación y desarrollo en Computación, el Ing. Humberto Ciancaglini fundó un grupo de electrónica digital[11] que llegó a diseñar y construir un prototipo de computadora, que fue llamada CEFIBA (1962), el capítulo «La computdora CEFIBA» de H. Ciancaglini describe este proyecto.

En la Universidad Nacional del Sur también se iniciaron trabajos en Computación digital y el grupo del Ing. Jorge Santos llegó a diseñar una computadora denominada CEUNS (1962), que se pensaba poner en servicio. Esta compuadora incluía la facilidad de procesar con números racionales («reales» en la jerga computacional). Su memoria era de núcleos magnéticos.

El proceso vertiginoso de avance de la estructura científica del periodo 1958 a 1966 fue acompañado por una gran politización estudiantil, mientras que el poder político de la cúpula militar crecía y cuestionaba directamente las acciones del gobierno nacional, a través de lo que en la época se conoció como «planteos militares». Finalmente, en 1962, el Dr. Frondizi fue conminado a renunciar y ante su negativa apresado y mantenido prisionero en una isla del Río de la Plata. Se implementó una parodia de gobierno constitucional, bajo control de los mandos militares y finalmente, luego de una cruenta confrontación de dos bandos militares opuestos, los vencedores llamaron a elecciones nacionales en 1963, de cuyo proceso nuevamente se excluyó al movimiento justicialista.

## 2.1. La noche de los bastones largos

En las elecciones de 1963 fue elegido presidente el Dr. Arturo Íllia. El nuevo presidente llevó adelante su plataforma electoral derogando contratos petroleros que beneficiaban a empresas norteamericanas, dictó una ley de medicamentos que lesionaba los intereses de los grandes laboratorios y derogó la proscripción

[11] Hasta entonces la universidad sólo contaba con un instituto de radiotelegrafía auspiciado por la Marina de Guerra.

del justicialismo, que obtuvo una marcada mayoría en las elecciones para diputados de 1965. Cuando en abril y mayo de 1965 se produjo la invasión de EE UU a Santo Domingo, pese a la presión de su canciller Zabala Ortiz, Ília se negó a enviar tropas para integrar la fuerza interamericana que propulsaba EE UU, aunque firmó el acuerdo que la constituía.[12] Durante la presidencia de Íllia, continuaron los planteos militares, hasta que finalmente su gobierno fue depuesto por los comandantes de las tres fuerzas armadas. Asumió la presidencia el general Juan Carlos Onganía. Los universitarios fueron el sector que más se opuso, si no el único, a la nueva dictadura militar. En este contexto, sin el apoyo de las fuerzas populares y en la mira de la dictadura, los días de la Universidad estaban contados. El 29 de julio, luego de una carta abierta del Rector de la UBA pidiendo la pronta restauración de la democracia, Onganía firmó el decreto de intervención a las Universidades Nacionales. Esa «Noche de los bastones largos» [21], antes de ser notificadas las autoridades universitarias, fuerzas policiales de asalto irrumpieron a bastonazos en la vieja sede de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA –hoy llamada Manzana de las Luces- en la que deliberaban autoridades, profesores y estudiantes. Nadie escapó a los bastonazos y muchos fueron detenidos, incluso un profesor visitante estadounidense (el Prof. Dr. Warren Ambrose del MIT, cuya nota sobre los sucesos puede leerse en [21]). Ante estos hechos, numerosos profesores acordaron renunciar a la Facultad, las renuncias se extendieron a otras unidades universitarias, iniciándose así el éxodo de destacados investigadores. Particularmente el Instituto de Cálculo y la carrera de Computación quedaron devastados. El proyecto había sido truncado, un sablazo había cortado el hilo de su historia. Después de varios meses de clausura, la Universidad reabrió sus puertas, mientras renacían las protestas estudiantiles, su represión y las detenciones. Era otra Universidad. La policía ocupaba aulas y pasillos. Estaban prohibidas las reuniones y en la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA casi no quedaban profesores formados en Computación. Años después, Clementina también dejaría de funcionar y el centro en que naciera la computación argentina pasaría muchos años hasta volver a tener una computadora.[13]

## 3. La dictadura militar de 1966 a 1973, auto denominada «Revolución Argentina»

El gobierno militar presidido por Onganía y luego por los generales Roberto Marcelo Levingston y Alejandro Agustín Lanusse se extendería hasta el 73. Du-

[12] Así el gobierno de Ília quedó enfrentado tanto a los EE UU, como a la FUA y a los sectores antiimperialistas. Ante un anuncio apresurado del Canciller Zabala Ortiz, de que la Argentina integraría la «Fuerza Interamericana de Paz» se produjo una multitudinaria manifestación en contra, en la que falleció un estudiante baleado por sectores de derecha.

[13] Una Vax 350, adquirida en 1982.

rante este período las conducciones de las universidades nacionales se limitaron a mantener su funcionamiento. En Computación sólo algunos profesores aislados introdujeron algunas innovaciones, como los Ingenieros Esteban Ditada y Luis Trab que iniciaron las Ciencias de Computación comenzando a dictar Teoría de Lenguajes Formales y Autómatas y Diseño de Compiladores en la Facultad de Exactas de la UBA, una pintura de este período se encuentra en el capítulo «Ruptura real y continuidad formal». Los militares evitaron dar trascendencia a las actividades universitarias, considerándolas potencialmente peligrosas, ya que el estudiantado podía crearles resistencia. No obstante imaginaban posibles escenarios de conflicto, internos o en Latinoamericanos por lo que no descartaban la necesidad de realizar investigación y desarrollo, fundamentalmente orientados a la «seguridad nacional», pero pensaban que debía realizarse en institutos separados de las universidades. Las universidades quedaron relegadas a su rol docente, empobrecido por la falta de investigación e iniciativa.

## 3.1. Un intento de reparación de Onganía

Durante el gobierno de Onganía renació un instituto, ubicado en la localidad de San Miguel (a 30 Km. de Buenos Aires), que pertenecía a la Compañía de Jesús y había tenido importancia en la época de un proyecto fallido de obtener fusión nuclear, de los años 50 [1]. En él se había construido, en aquella época, un acelerador de partículas, una cámara de niebla y se había establecido la primera fábrica nacional de Contadores Geiger. Luego había quedado prácticamente vacío, ocupado por un par de astrónomos jesuitas. En 1969, Onganía, influenciado por el Dr. Mariano Castex [7], intentó revertir la imagen de destructor de la ciencia, que se había granjeado en la Noche de los Bastones Largos, creando la Comisión Nacional de Estudios GeoHeliofísicos (CNEGH) cuyo centro más importante pasó a ser el mencionado instituto, convertido en el Observatorio Nacional de Física Cósmica de San Miguel (ONFCSM). Al ONFCSM se integró una importante cantidad de científicos repatriados, la mayoría investigadores que habían renunciado en el 66. Se conformaron grupos en una variedad de disciplinas (variedad que trascendía ampliamente la denominación del Centro). Así se constituyeron grupos de Física del Plasma, Semiconductores, Física Solar, Contaminación Ambiental, Geofísica, Electrónica Aplicada y Matemática Aplicada. El observatorio tuvo una numerosa planta de investigadores y técnicos entre los se contaron Pedro Zadunaisky, Carlos Abeledo, Humberto Ciancaglini, Ivan Chambuleirón, Mario Mariscotti, Eduardo Millar, Mario Greco y Eduardo Díaz de Guijarro.

El Departamento de Matemática Aplicada, dirigido por P. Zadunaisky, nació en torno a un grupo de Software de Base, dirigido por J. Aguirre, que contó con el aporte de jóvenes que luego iban a adquirir gran relevancia, como Armando Haeberer y Eduardo Sontag (colaboradores contratados) y Gregory Chaitin (visitante). En el grupo se iniciaron actividades de investigación y de-

sarrollo en lenguajes y compiladores produciéndose un primer compilador en 1971 [22] y luego un interprete de Basic «*Basic 1620*» [19] que permitía evitar (para pequeños programas) los 45 minutos de compilación que requería el compilador Fortran en la IBM 1620, única computadora del Observatorio, que sólo contaba con cinta de papel y máquina de escribir. También el grupo implementó el lenguaje BCPL (un antecesor de c) en una IBM 360 y cuando se adquirió una PDP11-34, también se implementó sobre su sistema operativo RT-11 BCPL y STAB, otro lenguaje antecesor de C -en la época llamados *Systems Program Languages* (SPL)[14]-. En 1975 el grupo fue seleccionado por licitación para diseñar e implementar el compilador del proyecto más importante de fabricación de computadoras argentinas, la Serie Mil de Fate Electrónica [17], proyecto del que se hablará en la sección 5 de este capítulo y en el capítulo «La serie mil» de esta compilación.

El ONFCS perdió varios investigadores en 1975 cuando se vieron obligados a exiliarse por amenazas de la AAA (organización terrorista de derecha, de la que se hablará en la sección 4), fue diezmado por la *ley de prescindibilidad*[15] de la dictadura de Videla en 1976 (sección 5) y finalmente se transformó en el Centro Espacial San Miguel, dependiente de la Fuerza Aérea Argentina, hasta su extinción práctica, durante el gobierno de C. Menem.

## 3.2. El debilitamiento de la dictadura

La disconformidad con la dictadura fue creciendo con los años. La represión obligó a la oposición a moverse en la clandestinidad. Surgieron los gérmenes de las organizaciones armadas que adquirirían protagonismo a partir del 70. En mayo del 69, en la Ciudad de Córdoba, el descontento popular produjo un levantamiento espontáneo de protesta contra la dictadura -llamado luego «el Cordobazo»-. Este levantamiento fue liderado por obreros y estudiantes y logró dominar importantes zonas de la ciudad durante varios días. El Cordobazo minó el sustento político de Onganía que al año siguiente recibiría su golpe de gracia con una acción del grupo armado justicialista «Montoneros», el secuestro seguido de muerte del general Aramburu[16] (1 de junio de 1970). Pocos días

[14] Las implementaciones de BCPL y STAB fueron dirigidos por el Dr. Daniel Messing miembro contratado del grupo del ONFC, recientemente graduado en la Essex University, Reino Unido.

[15] Ley que permitía separar empleados públicosde sus cargos discrecionalmente.

[16] La muerte del gral. Aramburu fue presentada por el Movimiento Montoneros como una ejecución dispuesta por un tribunal revolucionario para hacer justicia a los fusilamientos de militares y la masacre de obreros de 1955. Pero además, en ese momento el general Aramburu, ya retirado, se veía como un probable sucesor de Onganía en la presidencia, propendiendo un gran acuerdo que incluiría a Perón.

después Onganía renunciaba, asumiendo el general Roberto Marcelo Levingston. En ese período crecieron, apoyándose en la ascendente impopularidad de la dictadura, varios movimientos guerrilleros: ERP, FAR, FAL, como brazos armados de movimientos de izquierda y el ya citado Montoneros y FAP justicialistas.

### 3.3. Fundación de nuevas universidades nacionales

La gravedad del *Cordobazo* exacerbó la preocupación del régimen por el peligro latente que veía en las grandes concentraciones de estudiantes. Esto dio origen a una política de atomización, que se cristalizó en la fundación de diez nuevas universidades nacionales, en diversas ciudades del interior de país, destinadas a absorber al estudiantado local y evitar así la concentración de estudiantes en torno de las grandes universidades tradicionales. En este proceso se fundaron, entre otras, las Universidades de Luján, San Luis, Río Cuarto, Tandil y La Pampa.

## 4. El breve período del gobierno constitucional del Frente de Justicialista de Liberación Nacional

En 1973 la situación de la «revolución Argentina» era insostenible. El movimiento Justicialista del General Perón, llevaba 18 años de prohibición cívica sin menguar ni el número de sus adherentes ni su gravitación política, el descontento popular se tornaba insostenible. Los movimientos guerrilleros extendían sus acciones y ganaban apoyo social. Finalmente el último presidente de la dictadura, el gral. Lanusse acordó una salida electoral sin exclusión del justicialismo, por primera vez desde 1955, para elecciones presidenciales, aunque impuso cláusulas legales que impedían la candidatura del gral. Perón en persona. Las elecciones fueron ganadas ampliamente por el Frente Justicialista de Liberación (FREJULI), cuyo candidato era el Dr. Héctor Cámpora. En mayo de 1973, asumió el Dr. Cámpora en medio de grandes festejos populares. En junio Perón regresó al país. Fue recibido por la mayor concentración popular de la historia argentina. Concurrieron al aeropuerto a recibirlo entre dos y cuatro millones de personas -según las distintas fuentes-. Sin embargo los festejos de ese día terminarían trágicamente. Un grupo de derecha del movimiento justicialista disparó sobre sectores que exhibían y coreaban consignas revolucionarias, impidiendo que ocuparan lugares próximos al proscenio. La concentración popular se retiró bajo el silbar de las balas. Para facilitar el acceso de Perón a la presidencia, Cámpora renunció y luego de nuevas elecciones asumió el gral. Perón y como vicepresidenta su esposa, Isabel Martínez. Perón falleció en julio de 1975 asumiendo la presidencia Isabel Martínez.

El FREJULI inició una política de impulso de la industria nacional bajo la cual crecieron varios sectores industriales. En este contexto surgieron varios proyectos industriales para la construcción de equipamiento informático:

La empresa FATE Electrónica desarrolló y fabricó calculadoras electrónicas,

las *Cifra* (transformándose en el principal proveedor de América Latina); pequeñas computadoras, *Cifra Sistema* y diseñó una avanzada computadora de porte medio (Serie mil)[17] que contaría con hardware y software totalmente nacional.

También emprendieron desarrollos electrónicos empresas más pequeñas como Micro Sistemas en Córdoba (grabadoras de diskettes para ingreso de datos) y Micro Computadoras Argentinas que produjo las micro computadoras 3503 y 4503, usando procesadores del mercado. La serie 3503 incorporó un impresor de agujas bi-direccional, totalmente diseñado[18] y producido en Argentina, con excepción de la cabeza de impresión.

En la Universidad, durante este período se pueden distinguir dos etapas bien diferenciadas:

- La primera caracterizada por una gran movilización estudiantil y el predominio de criterios políticos en desmedro de los académicos. Con control predominante de la izquierda del justicialismo. Durante esta etapa se inició en la UBA el proyecto de ampliar los estudios de grado en Computación incorporando una Licenciatura, que luego quedó trunco, concretándose recién en 1983.
- La segunda, bajo control de la derecha del FREJULI, comenzó con las designaciones como Ministro de Educación de Oscar Ivanissevich y como rector Interventor de la UBA de Alberto Ottalagano, en septiembre de 1974. Las características impuestas por Ottalagano en la UBA se extendieron a todas las universidades nacionales. Esta etapa se caracterizó por la persecución de los que habían participado en la anterior y de los adherentes al movimiento reformista y a la izquierda. Si algo se había construido en la primera etapa, fue destruido en la segunda.

Como consecuencia, durante este intervalo de gobierno constitucional no se produjeron avances significativos en el estado de la enseñanza ni de la investigación en Informática en el ámbito universitario argentino, algo similar ocurrió respecto de las otras disciplinas. Así la Universidad no tuvo oportunidad de acompañar al proceso de desarrollo industrial, que por otra parte pronto quedaría trunco.

El período de gobierno del justicialismo fue sumamente tormentoso. los movimientos guerrilleros que inicialmente apoyaron al frente, luego volvieron a la clandestinidad. Apareció una fuerza para policial la «AAA», vinculada a la dere-

[17] El entonces Gerente General de esta empresa, Ing. Zubieta, es autor del capítulo «La Serie mil» que describe este proyecto.

[18] El diseño electrónico de la impresora fue realizado por el Ing. Carlos Bogni.

cha del movimiento gobernante y controlada por el Ministro de Bienestar Social, José López Rega, que inició una extendida acción de intimidación y asesinatos, dirigida fundamentalmente a la izquierda del mismo movimiento. El deterioro de la economía, el caos político y la violencia creciente fueron creando las condiciones que finalmente permitieron a los militares tomar nuevamente el poder.

## 5. La dictadura militar auto denominada «Proceso de Reconstrucción Nacional»

El 24 de marzo de 1976 las fuerzas armadas secuestraron a la presidente, Isabel Martínez de Perón y asumieron el gobierno. El general Videla fue el primer presidente, luego lo seguirían los generales Viola, Galtieri y Bignone. Los nuevos gobernantes instauraron una sangrienta dictadura que iba diezmar a la oposición, deteniendo a millares de jóvenes que, sin ningún amparo judicial y por razones muchas veces caprichosas, desaparecían, eran torturados y asesinados. Todas las dependencias del estado fueron intervenidas y los puestos clave ocupados por militares. Al poco tiempo de instaurado el gobierno, se dictó la «ley de prescindibilidad» que permitía dejar cesante discrecionalmente a cualquier empleado público. Su aplicación supuso la expulsión de todas las reparticiones y particularmente de las universidades e institutos de investigación de todos aquellos que no eran bien vistos por el nuevo poder y sus delegados. El sistema académico pasó por un letargo que duraría lo que el régimen. Como siempre, hubo excepciones y algunos sectores aislados, fundamentalmente vinculados a temas de interés bélico, lograron continuar produciendo e incluso crecer.

La política monetaria de la dictadura, impulsada por su ministro Martínez de Hoz puso a la industria nacional en condiciones no competitivas, el mercado interno fue saturado por productos importados y se produjo una gran retracción industrial; creciendo los sectores de servicios. Como consecuencia se truncaron los incipientes proyectos industriales informáticos antes mencionados. En cambio creció el parque de equipos de computación y se expandió el campo profesional. La demanda de profesionales informáticos produjo la apertura de nuevas carreras de grado como, entre otras, las de las Universidades de San Luís y Tandil. Estas últimas se constituyeron en los centros académicos más activos de la época, gracias a su distancia del foco de control represivo y al empuje de docentes locales como Raul Gallard y Jorge Boria en San Luís y Angel Orbe en Tandil. Empuje que buscó el apoyo de Profesores visitantes como Hugo Rickeboer, Armando Haeberer, J. Aguirre y el mismo Boria en Tandil, como lo señala P. Jacovkis en [12].

Los años fueron debilitando al régimen. En 1982, el entonces presidente, Galtieri, buscó recuperar terreno con una gran acción que le permitiera ganar consenso y lanzó al país a la Guerra de Malvinas en contra del Reino Unido. Después del desastre bélico, de la ineptitud demostrada por los mandos a cargo de la acción y ante el creciente clamor popular y la hostilidad de las grandes potencias, que habían visto quebrar con la guerra el orden mundial que sustenta-

ban, los militares se vieron obligados a llamar a elecciones y entregar el poder.

## 6. El regreso a la democracia y el Programa Nacional de Informática y Electrónica

En 1983 asumió el Dr. Raúl Alfonsín, nuevamente en medio de una gran euforia popular. Se recuperaba el sueño de lograr un desarrollo científico, tecnológico e industrial que disminuyera la brecha tecnológica, permitiendo una mayor independencia y bienestar. El nuevo gobierno para poder cumplir estas aspiraciones fijó entre sus prioridades el logro de un rápido desarrollo de la Informática, proceso que se describe en el capítulo *Los proyectos académicos de desarrollo informático durante el retorno democrático de 1983*.

## 7. El regreso al neoliberalismo

El gobierno del Dr. Alfonsín se enfrentó a la fuerza remanente de los sectores militares ligados a la dictadura anterior. En su primera etapa impulsó el enjuiciamiento de las juntas de comandantes, que habían detentado el poder, por la desaparición de millares de personas. Luego tuvo que ceder a dictar leyes que daban impunidad a los mandos medios y subalternos tras varias sublevaciones militares, que nunca pudieron ser castigadas por falta de apoyo de los otros sectores militares, ya que los que se decían leales no obedecían las órdenes de reprimir a los insurrectos. Una primera corrida inflacionaria pudo ser contenida con un plan económico denominado «Plan Austral», pero a fines de su período nuevamente se produjo una descontrolada hiper-inflación.

En el 89 se realizaron elecciones de acuerdo al calendario constitucional. En ellas triunfó el Partido Justicialista cuyo candidato era el Dr. Carlos Saúl Menem. El gobierno de Alfonsín debió adelantar el paso del mando, debido a una gran crisis económica, en la que se extendían los saqueos y el descontrol.

El Dr. Ménem, desde el comienzo de su gobierno, abandonó las banderas populares que enarbolara en su campaña y la tradición antiimperialista del movimiento justicialista. Tras un primer período de inflación e inestabilidad económica puso al frente de la economía al Dr. Domingo Cavallo, quién impulsó la más decidida política neoliberal. Mediante la ley de convertibilidad el valor de un peso argentino quedó fijado en un dólar. Esta política cambiaria, llevó a aumentar considerablemente los costos internos, frente a los de los grandes países exportadores. En consecuencia favoreció cada vez más a la importación en desmedro de la producción nacional. Se produjo una retracción general de la industria local. Además las grandes empresas estatales fueron vendidas y junto con muchas empresas privadas pasaron a ser propiedad de capita-

les multinacionales. Cualquier intento americanista de paliar la dependencia de las grandes potencias quedó descartado, por las auto asumidas «relaciones carnales»[19] con el gobierno los Estados Unidos. Los proyectos de investigación y desarrollo que causaban preocupación al Pentágono fueron neutralizados. El proyecto Cóndor de la Fuerza Aérea - construcción de un misil guiado de alcance continental- fue desmantelado. La Comisión de Energía Atómica, que había llegado a producir agua pesada y a vender tecnología nuclear, fue dividida y su planta de investigadores sufrió significativas mermas por un plan de retiro voluntario. Este plan, impulsado desde el gobierno y financiado con capital internacional, alentaba a retirarse a sus investigadores y técnicos, a los que por abandonar su puesto en la Comisión y sin que ello creara ninguna inhibición para trabajar en otra institución, se ofrecía, además de la jubilación anticipada, una importante suma de dinero, que aumentaba con su antigüedad y rango. Tendiendo así a seleccionar la planta remanente por lo bajo.[20]

Sin embargo, quizá buscando remedar al modelo científico americano, las universidades vieron algunas mejoras. En el 92 la situación salarial de los docentes exclusivos tuvo un aumento significativo y hacia el 94 -por iniciativa del titular de la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) del Ministerio de Educación Lic. Juan Carlos Del Bello- se implementaron dos proyectos nacionales destinados: Uno a propiciar la investigación en la Universidad, que pasaba a premiarse con un suplemento salarial (Sistema de Incentivos Docentes a la Investigación). El otro a mejorar la calidad de la enseñanza en el Sistema Universitario, el Fondo de Mejora de la Enseñanza de la Ciencias (FOMEC). El FOMEC tuvo una incidencia importante en el desarrollo de la Computación en la Universidad que se analiza más adelante. La SPU también propició la instalación de la Red Inter Universitaria (RIU) que permitió la conexión a Internet de todas las universidades nacionales, hacia 1996.

## 7.1 El Fondo para la Mejora de la Calidad en la Enseñanza de grado de las Ciencias (FOMEC)

El diseño del proyecto FOMEC, coordinado por la Dra. Rebeca Guber, se inició en el 94 y se concretó en el 95. Para establecer un diagnóstico previo se realizó un relevamiento de la situación en que se encontraban las universidades nacionales en cada disciplina. Los resultados indican claramente el estado de atraso en que se encontraba la Informática:

Se relevaron 21 universidades nacionales con carreras de Informática. En

[19] Expresión con que el Canciller del gobierno de Menem, Guido Di Tella, caracterizó las relaciones de su gobierno con el de Washington.

[20] A este plan se acogieron 1.100 agentes, entre ellos 68 investigadores formados [20].

total tenían casi 5000 alumnos. La tasa de egreso era el 3%. La planta docente global contaba con sólo dos doctores uno sólo de ellos con dedicación exclusiva. La disponibilidad de equipos era ínfima, llegándose, en algunas universidades a un puesto de trabajo cada 50 alumnos. Lo mismo sucedía con las bibliotecas, que disponían, -en promedio- de menos de un libro por alumno (0.65 l/a). Tres universidades habían iniciado carreras de doctorado con dirección externa (la UBA, la UNSL y la UNS), carreras que no tenían más de dos años de existencia y naturalmente, aún ningún graduado. En muy pocas universidades había grupos de investigación con producción.

Hacia fines del 95 el FOMEC quedó constituido. Se financiaba con un crédito del Banco Mundial al Gobierno Nacional. Tendría vigencia del 96 al 2000. Se otorgarían competitivamente fondos a proyectos presentados por unidades académicas de universidades nacionales. Dichas unidades podían ser desde universidades hasta cátedras, situación que permitía que el director estuviera directamente involucrado en el proyecto. Las presentaciones debían contar con el aval de la universidad involucrada. El FOMEC pagaría un porcentaje de los montos y la universidad una contraparte que variaba, según el rubro, desde el 20 al 40 por ciento. Se disponía de un monto total de 250 millones de dólares (o pesos convertibles). Se realizaría una convocatoria anual, la primera se realizó en 1995 para comenzar a funcionar en 1996. Hacia 1999 se habían otorgado U$S 202.188.700 distribuidos por agrupación de disciplinas según lo muestra la figura 1 (en el cuadro, la Informática figura dentro de Cs. Básicas) [4].

| Grupo de disciplinas | Proyectos | Monto | Grupo de disciplinas | Proyectos | Monto |
|---|---|---|---|---|---|
| Ciencias básicas | 129 | 78.230 | Ciencias Médicas | 21 | 7.570 |
| Ciencias Tecnológicas | 114 | 56.908 | Biblioteca | 49 | 20.964 |
| Ciencias Sociales | 57 | 14.181 | Desarrollo Institucional | 54 | 10.697 |
| Ciencias Humanas | 48 | 13.636 | Total | 472 | 202.188 |

**Figura 1.** Distribución de Proyectos FOMEC aprobados al 99 y Montos (en miles de dólares).
**Fuente:** Archivos de la Dirección Ejecutiva del FOMEC, SPU, Ministerio de Educación, 2004.

Los proyectos aprobados cubrieron, aunque con distintas disciplinas y proporciones a la totalidad de las universidades nacionales.

Entre las 22 universidades con carreras de informática se habían otorgado 15 proyectos por un monto total de US$ 10.840.600. Los datos de la ejecución final de los proyectos de Informática, por universidad se muestran en la figura 2.

Los proyectos subsidiados por el FOMEC permitieron mejorar el equipamiento y dotar bibliotecas, pero fundamentalmente realizar una importante actividad de formación de recursos humanos. Muchos jóvenes salieron a

cursar sus doctorados en el exterior, otros obtuvieron becas para realizarlos en las carreras locales, fortalecidas por la posibilidad de traer profesores visitantes del exterior. Otros realizaron doctorados «sandwiches» con dirección compartida entre una universidad nacional y otra extranjera, realizando estadías de uno o dos años en el exterior. La enseñanza de grado contó también con el apoyo de profesores visitantes, en este caso en su mayoría provenientes de otra universidad argentina, mientras que la de posgrado contó fundamentalmente, con profesores visitantes de universidades extranjeras. También se contemplaron pasantías de capacitación docente, que permitían que un docente permaneciera un cierto período en una universidad más desarrollada en el aspecto de interés, para capacitarse. Se constituyó una red de universidades con posgrados en Informática para compartir recursos, permitiéndose que los cursos dictados en una universidad, sirvieran para alumnos de otras. Esta red posteriormente se extendió a cualquier universidad con carreras de Informática (RedUNCI) que pasaría a representar a la disciplina ante el Ministerio de Educación y lograría consensuar un núcleo curricular común.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| La Plata | 260,974 | 838,595.05 | 49,967 | 59,810 | 18,415 | 1,227,763 |
| Patagonia Austral | 92,729 | 126,735.20 | | 32,725 | | 252,190 |
| Río Cuarto | 45,741 | 76,637.03 | | 141,358 | | 263,736 |
| Salta | 63,794 | 110,565.13 | 8,008 | | | 182,368 |
| San Luís | 37,978 | 391,725.39 | 82,154 | 263,288 | | 775,146 |
| Sur | 536,000 | 660,158.94 | 235,141 | 110,926 | 24,821 | 1,567,048 |
| UTN Reg. Santa Fe | 75,600 | 165,351.10 | 12,209 | 75,187 | 6,511 | 334,859 |
| **TOTAL** | 2,738,430 | 4,014,776.35 | 544,476 | 1,118,372 | 49,747 | 8,465,803 |

**Figura 2.** Distribución de la ejecución de los Proyectos FOMEC de Informática en dólares (EE.UU.).
**Fuente:** Documentos de la Dirección Ejecutiva del FOMEC, SPU, Ministerio de Educación, 2004.

## 8. Nacimiento de los estudios de posgrado

En los años fundacionales de la Computación en la Universidad Argentina -1959 a 1966- algunas universidades enviaron docentes a realizar posgrados en Ciencias de Computación al exterior (la Universidad Nacional del Sur que envió al Ing. Fontao a Stanford o la de Buenos Aires al Lic. Guillermo Delbue y la de Tucumán al Ing. Conejo). Luego hubo una gran despreocupación por la formación de posgrado. Ya durante el gobierno del Dr. Alfonsín, en el seno del Secretaria de Ciencia y Técnica, en 1986 se diseñó un programa por iniciativa del Ing. Jorge Santos, para lograr, que para 1997 se pudiera contar con 55 doctores y 50 magisters. El plan tendría un presupuesto de 10 millones de dólares, 6.7 para becas y 3.3 para equipar tres centros de excelencia. Los

primeros 20 doctores realizarían sus estudios en el exterior. Finalmente el programa no se llegó a implementar (información brindada por el Ing. Santos).

De la Escuela Superior Latino Americana de Informática (ESLAI) 1986-1990[21] partieron, entre 1989 y 1990, a realizar doctorados en Europa, Estados Unidos e Israel 23 graduados y 5 docentes auxiliares. También la Universidad de Tandil envió docentes a Brasil a realizar estudios de posgrado.

En 1992 la UBA abrió, dentro de su Doctorado en Ciencias, la Orientación Computación, bajo la dirección del Dr. Pablo Jacovkis. Poco después hicieron lo mismo la Universidad Nacional de San Luis, la Universidad Nacional del Sur. En 1996 se defiendió en San Luis y la primera Tesis Doctoral argentina, la de Turrul Torres con dirección de Alberto Mendelzon (profesor argentino de la Univ. de Toronto). En 1997 en la UBA se doctora Martina Marré con la dirección de la Ing. Antonia Bertolino (Univ. de Pisa). A partir de allí, la producción de doctores se va acelerando y alcanza un ritmo sostenido, a la vez que comienza a haber direcciones locales.

El Uruguay ha transitado caminos muy similares a los de la Argentina, aunque desfasados en el tiempo, así la universidad argentina tuvo el primer centro de computación en 1963 mientras que la uruguaya lo tuvo en 1967, lo mismo sucedió con las primeras carreras de computación y mientras que en Argentina los militares tomaron el poder en 1966 devastando los proyectos universitarios en Informática, en Uruguay lo hicieron en 1973. Ambos países también siguieron caminos similares con respecto al posgrado, los uruguayos también tuvieron un programa de financiamiento, aunque en este caso sólo destinado al posgrado; el PEDECIBA que estuvo operativo en 1987. Basándose en él y a partir de 1989 las universidades uruguayas enviaron 13 docentes a realizar estudios de posgrado en el exterior, e iniciaron una maestría local. Los resultados en el 2005 eran los siguientes: la maestría había producido 32 graduados y de los 13 docentes que partieron a cursar posgrados en el exterior, habían regresado 10 con grado de doctor y seis docentes habían partido a realizar estudios de doctorado por otros medios. En 1999 comenzó a funcionar localmente el Doctorado en Computación PEDECIBA-INCO al que ingresaron, hasta 2005, 9 alumnos, 6 de los cuales lo hicieron becados por el programa. En ese año se produjeron las dos primeras graduaciones doctorales uruguayas.

---

[21] La historia de la ESLAI se describe en el capítulo «Los proyectos de desarrollo Informático durante el retorno democrática de 1983».

[22] Fuente: Conteo del autor realizado sobre 6 de las 22 universidades nacionales con carreras de infórmatica, las de Buenos Aires, del Sur, de Córdoba, de Mendoza, de Río Cuarto y de la Plata.

## 9. La situación actual

Argentina cuenta ya con más de 80 doctores en Informática[22] y una importante cantidad de magisters. Esto se ha logrado gracias a los resultados de los distintos esfuerzos: Algunos egresados de la ESLAI se insertaron en el sistema después de haber terminado sus estudios de doctorado en el exterior. El retorno de los universitarios que completaron en el exterior sus becas FOMEC (o de otro origen) y regresaron. La producción de las carreras de posgrado locales que han ido aumentando su producción y enriqueciéndose con la incorporación de los nuevos doctores.

Se ha roto el aislamiento de las universidades, cuyos docentes mantienen un contacto fluido. La RedUNCI ha logrado consensuar un núcleo curricular nacional. También, aunque más reducido existe contacto entre alumnos de distintas regiones del país. A esto último contribuyen las escuelas breves, de una o dos semanas, como la del Departamento de Computación de la UBA (la ECI) realizada anualmente durante el invierno desde hace más de veinte años y la de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Escuela de Verano de Ciencias Informáticas de la UNRC, realizada todos los meses de febrero, desde 1994. También los congresos suelen implementar otras escuelas.

Existen grupos de investigación con buena producción e importantes conexiones internacionales.

Ya se ha iniciado un acelerado ingreso en la Carrera del Investigador del CONICET de jóvenes investigadores informáticos y becarios, a los que antes les estaba vedado por la falta de madurez de los grupos informáticos o de Ciencias de Computación. También los grupos de investigación han comenzado a ganar subsidios en las convocatorias nacionales y provinciales.

## 8. Conclusiones

Las Ciencias de Computación han logrado crecer en la Argentina. Este crecimiento se ha producido pese a la falta de continuidad de las políticas académicas, a las frustraciones producidas por el truncamiento de proyectos exitosos, a los frecuentes períodos de asfixia económica del sistema científico. Este crecimiento ha sido logrado gracias a esfuerzos inteligentes y continuados de muchos universitarios que fueron acompañados por la comunidad y que supieron aprovechar los apoyos oficiales, cuando los hubo y superar las carencias cuando no. También, naturalmente, a esos apoyos oficiales y a la cooperación brindada por prestigiosos investigadores extranjeros y argentinos residentes en el exterior.

El crecimiento de las de la Ciencias de Computación argentinas ha permitido a sus investigadores, doctorandos y proyectos ingresar al mayor organismo de promoción, el Consejo Nacional de Investigaciones Científico Tecnológicas (CONICET), cuyos estándares de evaluación los excluían hasta poco tiempo atrás por falta de calificación.

Algunos de los proyectos que han ayudado al crecimiento mencionado han sido binacionales (PABI y EBAIs) o de alcance latinoamericano y caribeño (ESLAI). Estos proyectos no se habrían podido llevar a cabo dentro del marco exclusivamente nacional por falta de masa crítica, y fuentes de financiamiento. El carácter regional ha permitido solucionar ambas dificultades y ha permito que más países de ALC se beneficien con ellos. Estos proyectos han tenido influencia importante en la Universidad uruguaya, algunos han sido aprovechados en Brasil y en su marco han recibido formación de grado de excelencia colombianos, ecuatorianos, peruanos, venezolanos y uruguayos.

Ahora resulta muy importante para la Universidad argentina retener dentro del sistema a una proporción importante de los recursos formados. Otro desafío es lograr una efectiva vinculación de la Universidad con el sistema productivo. Ambos temas pueden estar estrechamente vinculados y el desarrollo de sus vínculos como así también la profundización de la cooperación Latinoamericana quizás constituyan la gran tarea del mañana.

## Referencias

[1] J. A. Balseiro, crónica de una ilusión; A. Dávalos, N. Badino. Fondo de Cultura Económica, Argentina 1999.

[2] Los proyectos académicos de desarrollo informático durante el retorno democrático Argentino de 1983 y su proyección Latinoamericana. Trabajos de la Mesa «Historia de la Informática», Congreso Ciencias Tecnologías y Culturas en ALC, USACH nov. 2008.

[3] La Computadora en la Argentina, crónica de una frustración. N. Babini. Editorial Dunken, 2003.

[4] Documentos de la Dirección Ejecutiva del FOMEC. 2004.

[5] La construcción de lo posible. Compiladores C. Rotunno, E. Diaz de Guijarro, Libros del Zorzal Arg. 2003. ISBN 987-1081-13-8.

[6] La nuca de Houssay, M. Cereijido. Fondo de Cultura Económica, México 2000.

[7] El Escorial de Onganía, Mariano N. Castex, Ediciones Espérides, Buenos Aires.

[8] Cesar Milstein: Paradigma de la diáspora científica argentina, A. Khon Loncarica, N. Sánchez. Todo es Historia, Num 429 Buenos Aires, diciembre 2002 (Número especial) , pp 6-18.

[9] Investigación y difusión de la Física a comienzos del siglo XX, L. Andrini, C. Reichenbach. Todo es Historia, Num 429, Buenos Aires, diciembre 2002 (Número especial), pp 36-45.

[10] Entrevista a Manuel Sadosky. Un destino sudamericano, L. Moledo. Todo es Historia, Num 429. Buenos Aires, diciembre 2002 (Número especial), pp 46-50.

[11] Salvando la memoria de la computación en la Universidad de la República, Uruguay, a partir de los recuerdos del Prof. Manuel Sadosky, L. Bermúdez, M. E. Urquhart, UDELAR.

[12] Breve resumen de la historia de la Computación, P. Jacovkis. Newsletter de Sadio, Num. 2, 2003. www.sadio.org.ar

[13] La Escuela Superior LatinoAmericana de Informática, advenimiento muerte prematura y proyección, J. Aguirre. Newsletter de SADIO Num 8, 2003. www.sadio.org.ar.

[14] Operación Masacre, Rodolfo Walsh, Ed. De la Flor, Arg ISBN 950-515-352-X.

[15] La Ménsula, Programa de Historia de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, http://www.fcen.uba.ar/decaysec/segbe/historia/

[16] COMIC, W. Durán, C. Sontag, L. Lew, Trabajos de la Mesa «Historia de la Informática», Congreso Ciencias Tecnologías y Culturas en ALC, USACH nov. 2008.

[17] La Serie 1000, Un proyecto de desarrollo, fabricación y comercialización de un Minicomputador en Argentina a mediados de los '70s, Roberto Zubieta, Trabajos de la Mesa «Historia de la Informática», Congreso Ciencias Tecnologías y Culturas en ALC, USACH nov. 2008.

[18] Cronología de la Reforma Universitaria, Universidad Nacional de Córdoba, http://www.unc.edu.ar/historia/cronlogía

[19] Desarrollo de un Sistema Conversacional, J. Aguirre, R. Polti, M. Strauchler -Acta Scientifica Num. 39 ONFCSM, 1972.

[20] Boletín de la Asociación Física Argentina. Num. 8 Año 2003.

[21] LA NOCHE DE LOS BASTONES LARGOS, F Pigna, M. Seoane, Revista Caras y Caretas, Fundación Octubre, ISBN 987-1025-16-5, Buenos Aires.

[22] Desarrollo de un compilador para una computadora de mesa, J. Aguirre, L Delise, H. Gonzalez ,A. Masip, R.Polti,M. Strauchle, Acta Científica, Num 42, ONFCSM 1971.

[23] Revista Telegráfica y Electrónica, Buenos Aires febrero de 1961.

# CAPÍTULO 2

## Momentos del Desarrollo de la Informática y de su Enseñanza en Cuba

Tomás López Jiménez*; Melchor F. Gil Morell** &
Adriana Estrada Negrin***

*Universidad de las Ciencias Informáticas; tlopezj@uci.cu,
**Universidad de las Ciencias Informáticas; rector@uci.cu,
***Universidad de las Ciencias Informáticas; adriana@uci.cu

### Resumen

Al triunfo revolucionario el 1º de enero del 1959 en Cuba no existían conocimientos sobre la computación electrónica; la educación general era muy atrasada y de muy limitado acceso. Ese escenario ha cambiado radicalmente, alcanzando índices por encima de la media mundial, como puede comprobarse en los dictámenes y reconocimientos de la UNESCO. El desarrollo autóctono ha jugado un papel fundamental desde la década de 1960. Se exponen los principales momentos del desarrollo científico e industrial de la computación en Cuba y de su enseñanza en todos los niveles. Se ofrecen evidencias sobre el rol decisivo de la temprana visión de largo alcance del Presidente Fidel Castro y del Ministro de Industrias Ernesto Che Guevara, así como la sistemática guía y atención por la administración del país. La audaz y acertada política científica, académica y tecnológica de la Universidad de la Habana constituyó uno de los factores claves para crear las bases del despegue y desarrollo autóctono. Aunque el período principal estudiado se extiende hasta mediados de la década de l990, se presentan hechos posteriores que por su trascendencia pudieran resultar de algún interés.

### 1. Introducción

El 1º de enero de 1959 en Cuba existían tres universidades públicas: La Universidad de la Habana (UH), la Universidad de Oriente (UO) y la Universidad Central (UC); también había tres privadas, destacándose la Universidad Católica de Villanueva (UCV). La población era de seis millones de habitantes, estabilizada hoy en alrededor de 11,3 millones. Más del 30% de la población era analfabeta o semianalfabeta; el índice de analfabetismo absoluto superaba al 14%, reduciéndose al 3,9% en 1961.

Aunque el procesamiento de datos con máquinas de tabulación electromecánicas se introdujo en el país desde 1927, en 1959 no existían conocimientos previos sobre la computación electrónica automática, la que ya tenía algo más de una década de desarrollo. En 1927 IBM abrió una oficina en Cuba, la 27ª fuera de los EE. UU. La instalación de sus máquinas de tabulación en La Habana la clasificó en el 16º lugar dentro de sus principales hitos de negocios en el exterior, y como 55º a la confiscación de sus oficinas en Cuba en 1961,[1] hecho este que no fue realmente así, teniendo en cuenta que las acciones las inició el gerente al despedir a sus trabajadores, cerrar las operaciones y abandonar al país. Ante ello, las autoridades cubanas tuvieron que reabrir las instalaciones y lograr la continuidad de los servicios que prestaban [2].

A finales de 1958, en los últimos momentos y de mayor intensidad de la guerra revolucionaria contra el gobierno tiránico de Fulgencio Batista, arribó al país la primera computadora electrónica, una RAMAC 305, con discos magnéticos 350C que aun constituían novedad mundial.[2] La misma se instaló en 1962 por iniciativa del ministro de Industrias Comandante Ernesto Che Guevara. La ruptura de relaciones diplomáticas por el gobierno norteamericano con el cubano y el férreo bloqueo (embargo) que impuso desde febrero de 1962, cortaron crecientemente a los cubanos el acceso a la ciencia y tecnología estadounidense, haciéndolo muy difícil también a la de otros países, lo que junto con otras afectaciones criminales e inhumanas, ha provocado pérdidas acumuladas a Cuba por más de 89 mil millones de USD en su casi medio siglo de existencia [2].

Antes del año 1959 la UH y la UC enseñaban la Licenciatura en Ciencias Físico-Matemáticas con especialidades en Física, Matemática Pura y Estadística Matemática. La UH impartía la Ingeniería Eléctrica desde el año 1900. La UCV enseñaba el Álgebra Lineal y nociones de Investigación de Operaciones. La UC inició la Ingeniería Eléctrica en el año 1960. La UO incorporó la carrera de Matemática en 1968 y la Ingeniería Eléctrica en 1969.

## 2. Inicios del conocimiento de la computación en Cuba. Período 1959 - 1968

En 1959 se emprendió una profunda reforma educacional. El 15 de enero de 1960 **Fidel Castro** Ruz aseguraba ante los miembros de la Sociedad Espeleológica de Cuba, que: *«El futuro de nuestra Patria tiene que ser, necesariamente, un futuro de hombres de ciencias, de hombres de pensamiento»* [1].

---

[1] Ver «Preguntas más frecuentes sobre la IBM» en:
http://www-03.ibm.com/ibm/history/documents/pdf/faq.pdf

[2] Véase IEEE Santa Clara Valley Section, Dedication: 26 May 2005 en
www.ieee.org/organizations/history_center, donde se reporta que la IBM 305 RAMAC fue comercial a partir del 4 de septiembre de 1956.

En marzo de 1962 el Comandante Ernesto Che Guevara, con aguda visión señaló a la electrónica como una de las cuatro líneas fundamentales para el desarrollo del país, creando seguidamente la Dirección de Automatización y Electrónica, con la misión de preparar cuadros y especialistas que desarrollaran experiencias de trabajo e investigación en electrónica, cibernética, instrumentación y computación [3]. En 1963, profundizando su visión, señaló: *«...en el futuro ningún país podrá avanzar si no desarrolla la electrónica y la computación, eso es estratégico y hay que trabajar en ese sentido* [4].*»*

En 1965 se puso en funcionamiento la segunda computadora electrónica en el país, una Elliott 803B de segunda generación, de fabricación británica. Se adquirió con financiamiento aportado por el gobierno cubano, para el Centro Nacional de Cálculo (CNC) de la UH, fundado a mediados de ese mismo año.

La universidad y otras instituciones nacionales, de conjunto, desarrollaron aplicaciones para la optimización del transporte, insumo – producto, formulación de dietas y manejo de plantas avícolas, pronósticos numéricos del tiempo, prospección geológica, entre otras.

El CNC preparó y adiestró programadores y analistas propios y de otras instituciones. En 1967 la Escuela de Matemática de la UH fundó el Instituto de Matemática Aplicada y Computación para incrementar el desarrollo de las actividades académicas y los servicios en la naciente disciplina científica [5].

Las actividades desarrolladas posibilitaron que ya en 1968 se acumularan conocimientos básicos en este campo como para proponerse un uso y desarrollo más avanzados de la computación y para la formación de científicos y especialistas, fijándose objetivos de mayor alcance.

## 3. Creación de condiciones esenciales. Período entre 1968 y 1976

Entre 1968 y 1976 el desarrollo cubano en computación transitó por tres vertientes paralelas y complementarias:

La **primera** corrió a cargo de la Junta Central de Planificación (JUCEPLAN), actual Ministerio de Economía y Planificación. Se orientó al censo de población y viviendas de 1970 y a la planificación y control estadístico centralizados de las actividades nacionales; también organizó el Plan Cálculo Nacional (PCN). La tecnología y la asistencia técnica se importarían.

La **segunda** vertiente estimuló y potenció el desarrollo científico y tecnológico nacional. Concebida y alentada personalmente por el presidente Fidel Castro, a finales de 1968 la encargó a la UH, con el objetivo inmediato de desarrollar una computadora cubana; constituyó un gran desafío para la joven política científica y tecnológica de la universidad [6].

La **tercera** corrió a cargo de los órganos de la defensa y seguridad nacional. Se apoyó en las anteriores y en la colaboración con los países socialistas europeos, principalmente con la entonces Unión Soviética.

En 1968 el PCN logró acuerdos con el gobierno francés para el suministro en 1970 de dos computadoras SEA 4000, de 2ª generación, continuando luego 1972 con dos mainframe IRIS50 y unas doce minicomputadoras IRIS10, todas de 3ª generación. De éstas últimas, solo tres fueron sistemas en configuración completa, una para la Facultad de Tecnología de la UH, otra para el Instituto de Informática de la UCLV y la tercera para un centro de investigación y desarrollo del Ministerio de la Industria Básica[3]; las restantes eran configuraciones limitadas, para utilizarse como terminales satélites remotas de la mainframe de la JUCEPLAN; las instituciones que las recibieron, por lo general ya disponían y utilizaban profusamente las minis cubanas CID 201A y B. En algunos casos las francesas se utilizaron como equipos para preparación y captura de datos para las cubanas, porque estas disponían inicialmente de un software más desarrollado que las francesas, entre otros factores.

En abril de 1969 la UH creó el Centro de Investigaciones Digitales (CID), con la misión inmediata de desarrollar la computadora cubana que le fuera encargada por el Presidente del país. Bajo la brillante dirección científica del Dr. Ing. Orlando Ramos Fernández (1938 - 1990), al año de iniciado el proyecto, el 18 de abril del 1970, funcionó la CID 201, la primera minicomputadora cubana. Fue una máquina de 3ª generación, con circuitos integrados DTL y memoria a núcleos de ferrita, de 4K palabras de 12 bits. En su arquitectura se tomó referencia de la PDP-8; seis meses después se le acopló una grabadora de casetes compactos de audio a 300 baudios, diez veces más rápida que la cinta de papel inicial y una memoria auxiliar de 64K [7]. La solución cubana, basada en la utilización de esos casetes como unidad de memoria externa, precedió en cinco años a los primeros estándares reportados por la bibliografía.[4]

Similarmente al hardware, el desarrollo del software para la CID 201A también constituyó un desafío para los investigadores del CID, principalmente profesores y estudiantes, sin conocimientos profundos y experiencias previas en este campo, así como por la originalidad de la arquitectura del hardware, la escasa literatura especializada de esos momentos y el especialmente difícil acceso a ésta para los cubanos. No obstante, a finales del 1970 ya se habían

[3] Para el Centro de Automatización Industrial (CAI), fundado en 1962 por el Comandante Ernesto Che Guevara.

[4] Véase el KCS (Kansas City Standard), reportado en la BYTE de febrero de 1976. Posteriormente la Corporación Processor Technology publicó el popular CUTS -Computer Users'Tape Standard, con opciones de 300 ó 1200 baudios.

desarrollado programas autóctonos para las entradas/salidas, paquetes aritméticos de enteros y punto flotante, y a principios de 1971 el compilador del lenguaje de programación LEAL 201 (Lenguaje Algorítmico –autocódigo de alto nivel, de diseño propio, que siguió algunos conceptos del Autocode Elliott 803B - Mark III). En 1972 se le añadió un compilador e intérprete de una versión simplificada del FORTRAN y otros programas de biblioteca.

A finales de 1970 se inició la producción de la CID 201 con el nombre de CID 201A. La primera de ellas se instaló el 2 de febrero de 1971 en un complejo agroindustrial azucarero, el entonces central «Camilo Cienfuegos», a unos 80 kilómetros del centro de investigaciones, utilizándose en la planificación y control del transporte ferroviario de la caña de azúcar, el balance material de productos azucarados en proceso y otras aplicaciones. Esa aplicación, desarrollada en lenguaje ensamblador, constituyó uno de los objetivos iniciales del proyecto encargado a la UH. La industria azucarera constituyó uno de los sectores principales que impulsaron el desarrollo de la computación en Cuba en las décadas de los años sesenta[5] y setenta.

Con objetivos investigativos, entre 1971 y 1972 se desarrolló la minicomputadora experimental CID 202. Su arquitectura novedosa, corría dos programas en paralelo en una memoria común de 16K, a núcleos de ferrita y palabras de 16 bits. La estructura del hardware permitía la interacción con dos operadores, corriendo simultáneamente dos programas diferentes, y también ofrecía la opción de entregar el control y todos los recursos del sistema a uno de ellos.

A finales de 1972 se concluyó la primera etapa de la minicomputadora CID 201B. Ésta duplicaba la velocidad de la 201A, memoria de hasta 32K, mediante módulos de 4K, ocho registros auto - índices por módulo, sistema de interrupción y bus para acceso directo. El software incluyó un potente compilador de FORTRAN IV. Su desarrollo continuó hasta 1976, bajo un concepto particular de familia de sistemas, llegando a configuraciones de hasta cuatro unidades de minidiscos y de bandas magnéticas, sistemas operativos, incluida una versión DOS, y un sistema de gestión de ficheros sobre bandas magnéticas con un original algoritmo de acceso directo desde el FORTRAN IV. Se desarrolló un COBOL -más potente que el DIBOL de DEC, Algol, BASIC, y SNOBOL. Se utilizó un analizador LALR1 de desarrollo propio.

---

[5] El Ministerio de la Industria Azucarera se creó en la primera mitad del año 1964, como un desprendimiento del Ministerio de Industrias que dirigía el Che. La temprana visión del Guerrillero Heroico sobre la computación y la automatización incentivaron ese temprano desarrollo en la industria azucarera cubana por su necesidad y potencialidad técnico económica. Ese organismo, además de fundar una potente instalación de procesamiento de datos con tabuladoras IBM recicladas, utilizó en alguna medida la RAMAC 305 y profusamente la Elliott 803B.

Siguiendo las tendencias más innovadoras en 1973 se definió la familia de minicomputadoras CID 300, sobre la base de alcanzar plena compatibilidad de interfase y programas con la PDP-11. Entró en producción seriada en el año 1977.

En 1973 el CID construyó la fábrica de minicomputadoras en el área industrial de la escuela vocacional de nivel medio «V. I. Lenin». En sus líneas participaban los estudiantes como parte de su formación, experiencia que dio excelentes resultados en sus estudios posteriores como profesionales con avanzados y profundos conocimientos teóricos y prácticos desde temprano.

## 4. Extensión de la enseñanza de la computación en Cuba desde 1970

En 1970 la UH creó la Comisión de Computación (CCUH) para ampliar las investigaciones en este campo en temáticas como el desarrollo industrial, las aplicaciones y su enseñanza en el país.

En 1970 –a solo cinco año de fundado el primer Departamento de Ciencia de la Computación por la Universidad de Stanford, y a diferencia de esta, la UH inició las carreras de pregrado en Licenciatura en Ciencias de la Computación y la de Ingeniería en Computación, esta última con estudiantes con el 4º año concluido en telecomunicaciones o en controles automáticos y como especialidad completa desde 1972. En 1970 la UC incluyó la especialidad de computación en la Licenciatura en Matemática; ese mismo año se introdujo la asignatura de Análisis y Programación en FORTRAN IV en numerosas carreras universitarias y el CID inició la maestría en Sistemas Digitales en colaboración con universidades canadienses.

En 1970 el Dr. Manuel Presno Albarrán integró la CCUH, en representación de la Facultad de Ciencias Médicas y organizó el Departamento de Computación de su Facultad, incorporando gradualmente esa enseñanza a sus programas de pregrado. En 1974 publicó la monografía «*Cibernética. Computadores en Medicina»*. En la década de 1970 se creó la Sociedad Cubana de Informática Médica [8].

Desde 1970 el CID comenzó a impartir cursos de operación, programación, aplicaciones y servicios técnicos al personal de sus clientes; los ofrecía en las instalaciones de su sede central o en las de los clientes.

Desde temprano la enseñanza superior de la computación en Cuba siguió líneas coincidentes con las mejores prácticas internacionales. El rol de la UH fue trascendental desde la década de 1960. Las universidades se han multiplicado por más de veinte. La universalización de la educación superior en los últimos años, con la creación de sedes municipales, posibilitó que su matrícula sobrepase las 700 mil personas en el curso 2007-2008 en un país con solo 11,3 millones de habitantes.

La enseñanza de la informática en los demás subsistemas de educación también constituyó una estrategia nacional desde la primera mitad de la década de 1970. En 1972 en visita al CID Fidel Castro expresó: *«…Compañeros, he*

*venido aquí después de ver aquella computadora,* -se refería a la IRIS 50-, *adonde casi no se puede entrar, donde el pueblo no tiene acceso, para solicitarles que hagan muchas computadoras para que el pueblo, los estudiantes puedan tener acceso a ellas, estudiarlas, aprender la Computación. Somos un país sin recursos naturales, pero tenemos un recurso muy importante, la inteligencia del cubano, que tenemos que desarrollarla, la Computación logra eso y estoy convencido de que los cubanos tenemos una inteligencia especial para dominar la Computación»* [6].

En lo que sigue, se centra la atención en la evolución de la enseñanza de la informática en Cuba hasta mediados de los años de 1990, ofreciéndose también algunos elementos sobre hechos transcendentales ocurridos en el presente siglo. El análisis se realiza atendiendo al desarrollo y perfeccionamiento de la:

- Educación superior en informática desde 1970.
- Enseñanza media desde la primera mitad de la década de 1970.
- Educación general desde el pre-escolar.
- Formación continua y educación para todos.

## 4.1. Educación superior en informática desde 1970

La primera etapa de consolidación de la Licenciatura e Ingeniería en Computación transcurrió entre 1970 y 1976. En la licenciatura en física y en las especialidades de ingeniería eléctrica se incluyeron los temas del estado sólido y la microelectrónica, apoyados por las investigaciones y estudios de postgrado del CID, del Laboratorio de Investigaciones del Estado Sólido (LIES) y del Centro de Investigaciones en Microelectrónica (CIME), todos de la UH.

En abril de 1970 la Facultad de Tecnología de la UH creó el Centro de Estudios de Ingeniería de Sistemas (CEIS), para garantizar la incorporación y desarrollo de la enseñanza de la computación en las diferentes carreras, en el postgrado y en la práctica profesional [8].

Para enfrentar el gran incremento de graduados del grado 12º se crearon nuevas universidades y se ampliaron sus capacidades. En julio de 1976 la Facultad de Tecnología de la UH se convirtió en el Instituto Superior Politécnico «José Antonio Echeverría» (ISPJAE); en 1977 inició la carrera de Ingeniería en Sistemas Automatizados de Dirección (SAD), con estudiantes del primer y segundo años, realizando la primera graduación en 1981. La Ingeniería en SAD cubana fue la génesis de la actual ingeniería informática. Su perfil terminal resultó muy similar al de la Ingeniería en Sistemas de Información de los estándares de la ACM y el IEEE, de manera que ese currículo se inició en Cuba algunos años antes; desde 1990 esta carrera se denominó Ingeniería Informática [9].

En 1982 los Institutos Superiores Pedagógicos incorporaron la carrera de Licenciatura en Matemática y Computación para la formación de profesores para la enseñanza media. En el 2000 incluyeron la Licenciatura en Informática como opción para los más de diez mil nuevos profesores de computación de ese nivel.

Los contenidos de informática en los currículos de las carreras de las Ciencias Médicas evolucionaron sistemáticamente, incorporando asignaturas como bioestadística y computación, uso de las redes y otros temas, hasta crearse y consolidarse la disciplina de Informática Médica, la que en 1998 se incorporó a la Licenciatura en Enfermería y se estableció su plan director para todas las ciencias médicas [10].

Consecuentemente con la importancia que sistemática y continuadamente Cuba le presta a la educación y al cuidado de la salud del pueblo, también se han desarrollado otras carreras de pregrado y estudios de postgrado afines con la informática y la electrónica en esos campos de actuación, incluyéndose licenciaturas e ingenierías en tecnologías de la salud y en biomedicina, entre otras.

Los planes de estudios de la educación superior cubana se denominan A, B, C... según su generación. El plan A por ejemplo, corresponde a los contenidos y perfiles de las carreras universitarias que predominaron entre la reforma universitaria de principios de los años de 1960 hasta finales de la década siguiente. El plan B constituye la actualización y modernización del A y así sucesivamente. En 1985 comenzó el perfeccionamiento de los planes A y B, buscando mayor integralidad, mejor vinculación con la práctica, entre otros objetivos, para graduar profesionales de mejor idoneidad. Desde 1990 se aplica el plan C, reduciéndose la cantidad de disciplinas, alcanzando una mayor organicidad y carácter sistémico, al sustituir varios perfiles profesionales estrechos por algunos más integradores o anchos en su alcance disciplinar [8].

Consecuentemente con los cambios en la economía, desaparecieron las carreras de Ingeniería en Máquinas Computadoras y en Componentes Electrónicos; los contenidos necesarios se incorporaron a la Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica y a la Ingeniería en Automática. La Licenciatura en Computación iniciada en 1970, posteriormente se denominó Cibernética, cambiando finalmente a Licenciatura en Ciencias de la Computación a partir de los planes C en 1990; esos cambios obedecieron también a su adecuación y actualización curricular.

Existen numerosos programas de maestrías y doctorados de estas especialidades en muchas de las universidades cubanas, algunos de ellos en modalidades conjuntas con otros países.

En septiembre del 2002 se creó la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), comenzando su primer curso con 2000 estudiantes. El 19 de julio del 2007 se graduaron sus primeros 1334 alumnos, diplomados en Ciencias Informáticas. En su sede central hoy estudian más de diez mil jóvenes, en diez facultades, las que se diferencian por el perfil terminal de especialización del

egresado, entre ellos: comunicaciones, aplicaciones médicas y gestión de la salud, informática industrial, software libre, entre otros, aunque reciben un título único como ingenieros en ciencias informáticas. Entre sus elementos distintivos pueden mencionarse la disciplina de la Práctica Profesional con asignaturas a lo largo de la carrera, programa de opcionales, pruebas de nivel – equivalentes a exámenes de certificación-, modelo de formación desde la producción y la investigación, trabajando en equipos en los que desempeñan los diferentes roles y el perfeccionamiento continuo de la carrera. Su nombre mismo estimula a pensar diferente, en lo que se refiere a la diversificación y actualización curricular.

## 4.2. Enseñanza media desde la primera mitad de la década de 1970

En 1970 el Ministerio de Educación organizó el Grupo para el Desarrollo de la Computación en interacción con la CCUH; su misión fue preparar y desarrollar la estrategia inicial para el uso de la computación en la educación y su introducción experimental en la enseñanza en tres de los seis sub-sistemas que integran a la educación general preuniversitaria.[6]

En 1971 el CID concluyó el compilador de FOCAL CID-201A orientado a la enseñanza, realizándose pilotajes en escuelas seleccionadas. En 1973 desarrolló el Lenguaje de Introducción a la Computación – LINCO CID-201B orientado a la educación de nivel medio, en ambiente multi-terminal y tiempo compartido, iniciándose su aplicación en la Escuela Vocacional «Vladimir I. Lenín», donde al inaugurarse oficialmente en enero de 1974, con la presencia de *L. I. Brezhnev – Primer Secretario del PCUS, Fidel Castro explicó que esa escuela contaba con centro de cálculo para la enseñanza de la computación, un área industrial para la electrónica, con una línea para el ensamblaje de las minicomputadoras cubanas y otras perspectivas, destacando que ningún país de América, incluidos los EE.UU., disponía de una escuela similar. Esa experiencia se extendió gradualmente a escuelas de su tipo en otras provincias [11].*

La introducción de las computadoras personales en esta enseñanza empezó en 1983, a los dos años del lanzamiento de la plataforma PC por la IBM. Comenzó por la Escuela Vocacional «Humboldt 7», que utilizaba una CID-201B desde 1979 y primera en convertirse en Instituto Pre-universitario Vocacional de Ciencias Exactas (IPVCE) en el año 1983. Durante una visita a sus laboratorios, acompañado por el presidente de Angola, Fidel Castro expresó:

[6] Estos seis subsistemas son: educación primaria, educación general media, educación especial (para niños con trastornos que afectan el aprendizaje), educación técnica y profesional, educación preuniversitaria y educación de adultos.

*«No está lejos el día en que todas nuestras escuelas posean las máquinas más modernas y que nuestros compatriotas dominen perfectamente la computación.»* En 1989 se concluyó la conversión de las escuelas vocacionales en IPVCE y su dotación con PCs a partir de clones de los modelos de IBM, adquiridos en el sudeste asiático y de otras fuentes, incluyendo su ensamblaje en Cuba, como forma de evadir y sobreponerse el país al embargo norteamericano, a un costo financiero y de gestión excesivos por esa causa.

La generalización de estas experiencias se dificultó por el bloqueo de la administración estadounidense y la falta de recursos financieros para los amplios programas económico-sociales cubanos. La aparición de las *home computers* ofreció mejor alternativa para su mayor introducción en las escuelas; la industria nacional desarrolló modelos propios, comenzando su producción seriada a finales de la década de los 1980, proceso interrumpido por la desintegración del socialismo europeo y la profunda crisis en que entró la economía cubana.

*Continuó el desarrollo de los Institutos Tecnológicos especializados, denominándose hoy Institutos Politécnicos de Informática (IPI), los cuales constituyen un programa especial, integrado por más de 20 institutos, con una matrícula superior a los 20 000 estudiantes, graduándose como bachilleres en ciencias especializados en informática.*

## 4.3. Educación general desde el pre-escolar[7]

Los niños cubanos desde el pre-escolar hasta el noveno grado participan en el movimiento de los Pioneros «José Martí» como actividad extracurricular complementaria para su formación técnica, cultural, patriótica y deportiva.[8] Ese complemento se ofrece en los Palacios de Pioneros, mediante aulas-laboratorios o Círculos de Interés (CI) para la orientación vocacional. En diciembre de 1984 se inauguró el CI de Computación y Electrónica del Palacio Central de Pioneros «Ernesto Guevara», dotado de una minicomputadora CID 300/10, *home computers* con BASIC, PC IBM compatible, calculadoras y otros equipos electrónicos necesarios para sus prácticas.

La profunda depresión económica de principios de los noventa afectó la marcha de este y otros programas de estas enseñanzas. No obstante, el 29 de marzo del 2002 el Presidente de Cuba inauguró el *«Programa de Informática*

[7] El término cubano «pre-escolar» es equivalente al Kindergarten.

[8] Paralelamente al sistema general de educación, los niños cubanos están organizados en un movimiento que combina la recreación con la motivación y el desarrollo vocacional, en lo que utilizan parte de su tiempo libre. Estos programas están coordinados y armonizados con el de la educación general.

*Educativa»*, como uno de los objetivos fundamentales de la estrategia de informatización de la sociedad cubana. Actualmente incluye a los más de 774.000 niños y jóvenes del sistema K-12 cubano, con una infraestructura dotada de modernas computadoras, una relación estudiantes/PC de doce a treinta, dependiendo del nivel de enseñanza y del territorio. Sus objetivos generales son [12]:

- Propiciar la formación informática de los alumnos, iniciándose por etapas de familiarización hasta el dominio y aplicación de estas tecnologías a la resolución de problemas y fomentar el interés por su estudio.
- Desarrollar hábitos y habilidades para el trabajo interactivo con las computadoras y asimilar un conjunto de conceptos y procedimientos informáticos básicos que les permita resolver problemas.

## 4.4. Formación continua y educación para todos

Después de estudiar álgebra lineal e investigación de operaciones autodidactamente, a finales de 1964 el ministro de industria Ernesto Che Guevara explicó al consejo de dirección la importancia y necesidad de esos estudios para la aplicación de la computación, impartiéndoles un curso expedito, influyendo temprana y fuertemente en sectores como la industria azucarera, la minería y geología, la construcción, la avicultura y otros [4]. Estas acciones además de su visionaria orientación hacia el futuro en la actividad empresarial, influyeron de manera extraordinaria en la atención que prestaron las universidades y las escuelas de capacitación a la asimilación de la computación en sus programas.

La subdirección docente del CID fue de las pioneras en esta enseñanza, comenzando desde 1970 a ofrecer cursos a trabajadores y especialistas de las organizaciones que recibirían las computadoras cubanas, formando operadores, programadores y analistas.

*La formación continua en Cuba incluye un sistema de escuelas ramales de cuadros, capacitación y adiestramiento; algunas de ellas constituyen escuelas de negocios de alto nivel.*[9] *Este sistema incorporó gradualmente la enseñanza de la informática desde la década de los años setenta.*

El Club Juvenil de Computación creado en 1986, resultado de la cuarta Exposición Nacional de los Forjadores del Futuro, en julio de 1987 se convirtió en el

[9] Son escuelas de posgrado, reconocidas por el Ministerio de Educación Superior, especializadas por ramas o sectores de la economía y la sociedad. Generalmente imparten programas en temas de organización y dirección, incluyendo diplomados y maestrías en administración de negocios.

primer Joven Club de Computación y Electrónica (JCCE) [13]; el 8 de septiembre de 1987 se anunció la creación de los JCCE como un programa nacional; son instituciones de acceso libre y gratuito al estudio de la informática y a su electrónica básica. Desde sus inicios contaron con tres áreas: una para la introducción a la computación, otra para el desarrollo de software y aplicaciones y la tercera para la electrónica y el hardware en general. Promueven encuentros de intercambio científico – técnico, con presencia creciente en el desarrollo nacional, llegando hasta las zonas rurales más recónditas. En 1991 iniciaron su red nacional «*Tinored*» con acceso internacional, una de las primeras redes cubanas.

Un JCCE es un club-escuela especializado en informática y electrónica básica, de acceso libre y gratuito a la población interesada en ese aprendizaje, desde niños y jóvenes hasta adultos y ancianos. Con un promedio de ocho profesores e instructores y de 10-12 computadoras personales, cuyos modelos se actualizan gradualmente. Disponen del software que permite la enseñanza-aprendizaje de sistemas operativos, aplicaciones ofimáticas, desarrollo web, entre otros, con tendencia a la generalización del uso del software libre y de código abierto. Una gran parte están conectados al backbone nacional y los restantes mediante líneas conmutadas. El acceso a Internet confronta las mismas dificultades conocidas que tiene el país a causa de las restricciones impuestas por la administración de EE.UU de Norteamérica. Son coordinados administrativa y metodológicamente por la oficina nacional de los JCCE, con una atención municipal directa.

Actualmente en Cuba funcionan algo más de 600 JCCE en todo el país; alcanzaron el millón de graduados en junio del 2006. Continúan siendo un paradigma mundial para el acceso de la población a la informática en las condiciones de un país en desarrollo, con un proyecto social de justicia e igualdad para todos [14].

## 5. Conclusiones

Se ofrecieron los elementos que sustentan que en Cuba en enero de 1959 la educación superior era limitada cuantitativamente, así como que sus condiciones, antecedentes y desarrollo disciplinar no favorecían del todo el dominio y desarrollo de conocimientos actualizados sobre la computación electrónica, aun cuando la ingeniería eléctrica y la licenciatura en física y matemática se ofrecían desde muchos años antes, pero solo en la UH, una las tres únicas universidades nacionales que tenía el país.

Se expusieron sistematizadamente los momentos y hechos principales que permiten afirmar que la investigación, enseñanza, producción y utilización de la computación y la informática han sido objetivos de atención sistemática por la administración nacional durante los últimos cincuenta años, con una temprana visión de la importancia y necesidad de masificar crecientemente su conocimiento y aplicación.

Así mismo se mostró como la temprana estrategia de un desarrollo autóctono de la ciencia y la tecnología de la computación, encargada a la UH en 1968, constituyó un factor clave para el despegue de la informática en Cuba desde inicios de la década de 1970. La acertada política científica y tecnológica de esta universidad permitió alcanzar indicadores relativos a la enseñanza universitaria de la ciencia y la ingeniería de computación de pre y posgrado, desarrollo de hardware y software, así como su uso y aplicación , que posicionaron al país por encima de la media mundial desde la década de los años setenta y que sustentaron en medida importante a las profundas transformaciones de la estrategia y política nacional con la informática a partir del año 1976.

A pesar de todos los factores adversos enfrentados por Cuba debido al férreo bloqueo de las administraciones estadounidenses, intensificado increíblemente a partir de la profunda crisis económica en que se sumergió el país en el decenio de los 90, por la desintegración del bloque socialista europeo, la continuidad de la enseñanza de la informática se preservó en todo lo posible, intensificándose a niveles sin precedentes en la medida que la recuperación económica fue alcanzando niveles que así lo permitieron.

## Referencias

[1] *Red Cubana de la Ciencia (RCC): Historia - El período revolucionario, en* http://resultados.redciencia.cu/historia/periodo_5.php *RCC, consultado en julio 20 del 2008*

[2] *López J., T., Gil M., M. F.: Accomplishments of a Joint Cooperation Work between the Institutions of the Soviet Union and Cuba 1972-1990,* Karelia - FR, Proc. SoRuCom'2006 *(2006)*

[3] Sáenz, T. y Capote, E.: *Ciencia y tecnología en Cuba*, La Habana, Editorial de Ciencias Sociales (1989)

[4] Figueras, M. A.: *Entrevista Oral por un equipo del CHC61,* La Habana, Archivos de la UCI (2007)

[5] Lodos, O.: *Entrevista Oral por un equipo del CHC61,* La Habana, Archivos de la UCI (2007)

[6] López J., T.: *Los cubanos tenemos una inteligencia especial para dominar la computación. Periódico* Juventud Rebelde – Cuba, 23 de marzo (2006)

[7] Ball-llovera D., A.: - *Reporte interno del CID y comunicaciones posteriores* (1970)

[8] CEIS: http://www.cujae.edu.cu/centros/ceis/index.htm CEIS, consultado en abril 18 del 2006.

[9] ISPJAE: *Historia. Quienes Somos*, La Habana, http://www.cujae.edu.cu/wwwcujae/quienes_somos/historia.html ISPJAE, consultado en abril 18 del 2006.

[10] O'Farril,, E., Colunga, C.: *La enseñanza de la informática médica en Cuba* 1993 vol. 7(2):129-35

[11] Castro R., F.: *Discurso la inauguración de la EV «Vladimir I. Lenín»,* La Habana, Periódico Granma enero 31 (1974)

[12] MINED: *Informática Educativa*, www.rimed.cu/computacion/web/computacion-educacionalbien.html MINED, consultado en enero 9 del 2006.

[13] Labrada, M.: *Entrevista Oral por un equipo del CHC61,* La Habana, Archivos de la UCI (2007)

[14] JCCE: *La Computadora de la Familia Cubana*, http://www.tribunaantimperialista.cu/Index.php?act=sn&id=607 JCCE, consultado en abril del 2008.

# CAPÍTULO 3

# De Clementina al e-mail; una aproximación a la historia de la computación en la Universidad de la República, Uruguay

Laura Bermúdez*; Juan José Cabezas** & María Urquhart***

*Facultad de Humanidades, Universidad de la República Oriental del Uruguay; bermudez@fing.edu.uy
** Instituto de Computación, Facultad de Ingeniería
Universidad de la República Oriental del Uruguay; jcabezas@fing.edu.uy
*** Instituto de Computación, Facultad de Ingeniería
Universidad de la República Oriental del Uruguay; urquhart@fing.edu.uy

## Resumen

La escritura es, antes que nada, sobre-vivencia. La historia de la Computación en Uruguay es una historia de sobre-vivientes que navegaron a través de las frecuentes revoluciones tecnológicas del área y los golpes de estado, las dictaduras, la cárcel, el exilio.

Parece comprensible que recuperar (escribir) la historia de la computación en Uruguay, que no llega al medio siglo, se encuentre entre las preocupaciones de estos sobre-vivientes.

Mediante testimonios orales y documentados presentamos algunas facetas de lo acontecido en torno a las dos fundaciones del Instituto de Computación de la Universidad de la República, en el Uruguay.

La «Primera Fundación» refiere al primer período de la Computación en la Universidad de la República desde la creación del CCUR (Centro de Computación de la Universidad de la República) en 1966, hasta la intervención de la Universidad de 1973 por parte de los militares luego del golpe. La «Segunda Fundación» del Instituto refiere al período 1985 - 2000, llamado también período de la «re-fundación», luego de la vuelta a la democracia.

No tratamos el periodo de la dictadura en este trabajo; sin embargo relataremos algunos hechos que influyeron para que, a partir del 85, se hiciera posible la utopía de la segunda fundación de la Computación en la UDELAR.

## 1. Introducción

La memoria oral y escrita mantiene el registro de la vivencia de los protagonistas de cada historia, es la que permite develar y describir el desarrollo de acontecimientos pasados, implica sobre-vivencia.

La historia de la Computación en Uruguay, así como también ocurrió con otras disciplinas, es una historia de sobre-vivientes que navegaron a través de las frecuentes revoluciones científicas y tecnológicas, los golpes de estado, las dictaduras, la cárcel y/o el exilio. Parece comprensible que recuperar la historia de la computación en Uruguay, que ni siquiera llega al medio siglo, se encuentre entre las preocupaciones de estos sobre-vivientes.

El objetivo de nuestro trabajo es develar el origen y la historia de la computación en la Universidad de la República Oriental del Uruguay (UDELAR), mediante el registro oral y escrito de la vivencia de sus protagonistas.

Distinguimos cuatro periodos en el desarrollo de la computación en la UDELAR:

1) el período de la «primera fundación» o inicios, que va de 1966 a 1973,
2) el período de la dictadura militar, desde la intervención de la Universidad en 1973 hasta el año 1985,
3) el período de la «segunda fundación» o refundación del Instituto de Computación, que va de 1985 al 2000 y
4) el presente que comienza en el año 2000.

Las expresiones «Primera y Segunda Fundación» fueron utilizadas por el Ing. Juan José Cabezas en su alocución en el Salón Dorado de la Intendencia Municipal de Montevideo (3 de octubre 2003) en las Jornadas «Aporte de la Ciencia al Desarrollo Nacional» organizadas por el Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA). J.J. Cabezas y M. Urquhart son investigadores del área Informática del PEDECIBA, L. Bermudez es historiadora de la Facultad de Humanidades de la UDELAR.

En este trabajo presentamos los períodos i) y iii). En la sección 2 señalamos algunos hechos que caracterizaron los inicios de la computación en la UDELAR, nos basamos en documentos escritos y en entrevistas realizadas durante los años 2000 y 2001 a los protagonistas de ese período. En la sección 3 presentamos relatos de sucesos ocurridos en la llamada «re-fundación» del Instituto de Computación, basándonos en vivencias propias y lo comunicado por los propios actores de la época en [4]. Para finalizar planteamos algunas conclusiones y las referencias utilizadas.

## 2. La «primera fundación» de la computación en la UDELAR

Este período se caracteriza por la marcada influencia de personalidades del quehacer científico universitario de Montevideo y de Buenos Aires; se comparten sueños, conocimientos y recursos informáticos costosos y escasos.

Una de las figuras más influyentes es la del profesor Manuel Sadosky, matemático argentino que se traslada a Europa en 1948, años de posguerra y de grandes desarrollos tecnológicos en cuanto a computación y poder de cálculo. De regreso a la Argentina, y a partir de 1955, Sadosky aplica sus conocimientos al servicio de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires y de otras Universidades, y colabora estrechamente con la Universidad de la República Oriental del Uruguay.

En la entrevista que realizamos al Prof. Sadosky en su casa de Buenos Aires el 28 de noviembre del año 2000 él dice: *«[...] la universidad argentina y la uruguaya tenían un signo reformista, sobre todo la participación de estudiantes y de graduados, graduados menos, pero en todo lo que fuera la dirección y orientación. El asunto es que también el mundo había cambiado mucho, se había producido la guerra y entonces con la guerra, muchas cosas, hay nuevas formas de energía, también el nuevo tipo de participación de países capitalistas y de países socialistas [...], pero lo que importa desde el punto de vista nuestro es que la técnica cambió, se dio un salto histórico. La creación de la energía atómica es una cosa así, fabulosa, es como inventar el fuego de nuevo [...] Pero pasa eso, simultáneamente con ese invento hay de otro tipo, no de tanta energía, explosiones y capacidad de destruir, sino de facilitar la comunicación. Hay una revolución en la comunicación. Entonces hay un trabajito mío [...] que es cómo evolucionó la cosa de la comunicación y sobre todo cómo se inició el hecho de que se pueda comunicar por otra forma que no fuera la verbal, como estamos nosotros ahora. Entonces, rastreando, se encuentra que Pascal hace más de trescientos años era un muchacho y se le ocurrió una máquina, ¡porque veía que el padre hacía unas cuentas tremendas!, porque era el contador de la municipalidad de donde estaban viviendo. Y él pensó que se podía hacer algún mecanismo, ya que el problema de sumar resulta muy fácil, nada más que cuando pasa de nueve, suponer: siete más ocho, da quince, entonces pone cinco y se lleva uno. Llevarse es una cosa fácil de decir, usted se lleva el uno, con eso los chicos aprenden en la escuela,»a llevar»; pero, mecánicamente, ¿qué es «llevarse»? Entonces él vio que había que inventar algo que arrastrara, ponerle un ganchito a las rueditas que representaban los números que estaban del uno al nueve. Ese ganchito cuando pasa del nueve empuja la ruedita que estaba al lado, entonces eso formaba una unidad al final de la decena. Entonces Pascal, que era un genio, inventó una máquina que está todavía en el museo de París. Hizo una máquina para sumar mejor. Pero lo que importa aquí es ver que hay que tener mucha inteligencia para hacer las cosas de diferente modo. Ahora Leibniz, que era más filósofo, seguramente vio eso y entonces hizo una máquina un poco mejor, la concibió. Pero de todos modos eran cosas mecánicas. Eso es lo que conviene recalcar. Algo que arrastra,*

*golpea o… mecánico y no podía cambiar mucho el trabajo de hacerlo a mano y recordar. Entonces así pasaron años y después hubo otro inglés, Babbage, que hizo una máquina ya con electricidad. […] Entonces, sobre la cosa tradicional, en la época de la guerra, ya esforzados porque había que comunicarse mejor, empezó a haber lo que se llamaban las máquinas electrónicas. […] Y después intervino un gran matemático, Von Neumann, de origen húngaro, que estaba, como muchos matemáticos, en Norteamérica y que creó cosas muy inteligentes para este asunto de llevarse las cifras y poder hacer cálculos más complicados. Así que en esos años se dio un salto. […] Von Neumann era matemático puro, pero tenía también mentalidad de ingeniero, entonces se juntó con ingenieros de empresas e hizo algunas computadoras. Algunos ingleses en paralelo, algunos matemáticos geniales como Turing, les puedo contar un poco la historia, un tipo bastante loco, que hizo inventos y que ideó hacer unas máquinas».*

Sadosky recuerda que, tomando como ejemplo lo sucedido en otras partes del mundo y estando Risieri Frondizi como Rector de la Universidad de Buenos Aires, y Rolando García como Decano de la Facultad de Ciencias Exactas, se resuelve crear el Instituto de Cálculo. También se decide comprar una computadora científica, «*la máquina*» se le acostumbraba apodar. La idea rectora, según Sadosky, fue siempre la del desarrollo mediante el intercambio y la participación de todos los involucrados.

> *«Ustedes pueden entender muy bien, es cuando se crea un clima de cariño y además así como los hinchas de fútbol, un triunfo, allí había motivos muy serios para estar muy contentos y por ejemplo, el hecho de que los uruguayos vinieran, nos ponía contentos a nosotros [...]».*

Por ese entonces los ingleses estaban muy interesados en transformarse en el referente mundial en computación.

Cuenta Sadosky: *«La pretensión de los ingleses era el convertirse en una potencia y en cierto modo, en ese momento, estaban bastante más adelantados que los norteamericanos; en aquellos tiempos, y con medios muy económicos habían ideado una máquina que llamaron Ferranti, en honor a su inventor, un italiano radicado en Gran Bretaña, como lo fue Marconi»*.

Continuando su relato nos dice: *«Recurriendo a un préstamo la Universidad de Buenos Aires compra, por 300.000 dólares, una computadora inglesa. Se llamaba Clementine porque cuando se producía un programa determinado, cantaba la canción «Clementine», que al poco tiempo se la cambiaron por la Comparsita. Entonces, la primera cosa que pensamos es que no tenía que ser una cosa de Buenos Aires. Enseguida escribimos a gente de Mendoza, de la Patagonia, del Norte, del Sur de Argentina, y al Uruguay; teníamos alguna relación. Pensamos que el Uruguay tenía que estar, no sabemos bien por qué.*

*No tiene tanta explicación racional, pero un poco sentimental. [...] En el sesenta llegó la máquina, en el sesenta y uno se instaló; claro, pero a los tres, cuatro años, ya había cien personas trabajando porque los alumnos se reunían y compartían, eran los más interesados. Los ingenieros trabajaban con unas cintas que estaban en la máquina y un aparato conversor de las tarjetas a cinta, y de cinta a tarjeta. Ese aparatito lo hicieron los ingenieros argentinos. Así que, bueno, se creó una atmósfera un poco irrealista porque todos hacíamos de todo. Y bueno, entonces no había tampoco necesidad de que en Uruguay hubiera una máquina, venían. [...] La Universidad no cobraba, salvo a las empresas; por ejemplo, un estudio del Río de la Plata, pero eso era distinto. El ambiente universitario de allá o de acá, para nosotros era lo mismo y eso fue muy importante. Bueno, la cuestión es que eso andaba a las mil maravillas».*

Durante los años 1961-63, en la Facultad de Ingeniería (FI), y bajo la dirección de Oscar Maggiolo, se realizaban trabajos en base a modelos físicos y matemáticos de simulación, se utilizaba la computadora de la Universidad de Buenos Aires que el Prof. Sadosky había puesto a disposición de la Universidad de la República.

Comentaba Sadosky: *«[...] El Rector Maggiolo fue el que vio mejor que nadie que «la máquina» permitía resolver problemas hidráulicos y ciertos temas de cálculo, reemplazando las máquinas mecánicas. Así que el más entusiasta de todos era Maggiolo, porque los primeros trabajos que hubo eran de Ingeniería Hidráulica».*

Participaban de estos trabajos los siguientes Institutos y docentes de la Facultad de Ingeniería: a) el Instituto de Matemática: Rafael Laguardia (Director) C. Villegas, E. Cabaña, M. Wschebor; b) el Instituto de Agrimensura: Ing Julio C. Granato Grondona; c) el Instituto de Mecánica Industrial y de los Fluídos, el Ing. Oscar Maggiolo. En entrevistas realizadas durante el año 2000, E. Cabaña y J.C. Granato Grondona relatan haber viajado en el vapor de la carrera portando tarjetas perforadas para «correr» sus programas en Clementina, al otro día en Buenos Aires.

El año 1963 marca el inicio de la Computación en la Universidad de la República del Uruguay, cuando el Consejo Directivo Central de la UDELAR crea la Comisión de Tratamiento de la Información (CTI). El siguiente párrafo del Boletín nro 1 del CCUR [1] relata: *«En diciembre de 1963, el Rector de la Universidad (de la República), Dr. Mario Cassinoni, recibió una nota enviada por un numeroso grupo de profesores guiados por la iniciativa del entonces Director del Instituto de Matemática y Estadística de la Facultad de Ingeniería y Agrimensura, Ing. Rafael Laguardia, recomendando la creación de una Comisión de Tratamiento de la Información (CTI). Esta solicitud respondía a la necesidad de encarar a nivel universitario las posibilidades que brindan en el tratamiento de la información el uso de las computadoras electrónicas. El 16 de*

*diciembre de 1963 se creó la CTI, presidida por el Ing. Rafael Laguardia, e integrada por los señores: Cr. Mario Bianchi, Ing. Enrique Cabaña, Dr. Pablo Carlevaro, Lic. Sayd Codina, Cr. Ariel Davrieux, Dr. Elio García Austt e Ing. Ricardo Pérez Iribarren. Le fueron encomendados tres objetivos fundamentales: programar y realizar cursos para difundir dentro de la Universidad, la computación electrónica; proyectar y desarrollar un Centro de Cálculo y estudiar los cambios que en los programas de las distintas asignaturas trajera aparejado el hecho de haberse producido este tipo de máquinas» [1].*

En 1966 sucede el golpe de estado del Gral. Onganía; en la denominada «noche de los bastones largos» varias facultades de la Universidad de Buenos Aires sufrieron la represión por parte de la fuerza pública, lo que deriva en la renuncia de gran parte del plantel docente de esa casa de estudios, en ese grupo se encontraba Sadosky.

En octubre de 1966 Sadosky fue nombrado Asesor de la Universidad de la República y el 7 de noviembre de 1966, durante el rectorado del Ing Oscar Maggiolo, el Consejo Directivo Central de la UDELAR aprueba la propuesta de la CTI de crear el Centro de Computación de la Universidad de la República-Uruguay (CCUR) con sede en el quinto piso de la Facultad de Ingeniería, sita en Julio Herrera y Reissig 565. Sadosky es nombrado Director del CCUR, cuyo personal estaba formado por *«un jefe de repartición (Ing. Luis Osin), cinco asistentes (Ing. Dolores Alía de Saravia, Br. Jorge Vidart, Br. Juan C. Anselmo, Br. Gastón Gonnet y Br. Juan C. Ruglio) y unas veinte personas más entre ayudantes, programadores y colaboradores»* [1].

El objetivo de dicho Centro era cumplir *«funciones de investigación, docencia, asesoramiento y realización de tareas de rutina al servicio de todas las dependencias universitarias y otras actividades nacionales en el campo del tratamiento numérico de la información»* [1].

El Ing J.C. Ruglio, estudiante de 4to año de Ingeniería en 1966, relata en la entrevista que le realizamos en mayo del 2001: *«Mi curiosidad por los temas nuevos me había llevado a interesarme, entre otros, en «la programación de computadoras», misterio que solamente se podía resolver si uno era convocado a los cursillos que dictaba IBM, que eran cerrados. Por ese motivo me entusiasmé cuando se anunciaron en la cartelera de la Facultad de Ingeniería algunos cursos extracurriculares sobre este tema. El Consejo Directivo Central de la Universidad de la República abrió una oportunidad para iniciarse en disciplinas novedosas con estas materias: Introducción a la Computación, Cálculo Numérico, Investigación Operativa, Programación Lineal, cuyos docentes fueron el Ing. Paganini (IBM) en las dos primeras, el Ingeniero Reizes (ANCAP) y el Ing. Agrim. J. Granato (IBM e Instituto de Agrimensura)».*

El 10 de julio de 1967, el Consejo Directivo Central de la Universidad (CDC) creó la Carrera de «Computador Universitario». Observemos que en 1968 ACM

(Association for Computing Machinery) publica el «CURRÍCULO 68» con recomendaciones para programas académicos de formación de grado en computación [2], [3]. Esto muestra que la creación de la carrera en la Universidad de la República estuvo acompañando tempranamente el desarrollo del área y su enseñanza curricular; todo gracias al empuje de los integrantes del CCUR y la asesoría de Manuel Sadosky quien había participado de la creación de la carrera en computación en la Universidad de Buenos Aires en el año 1963.

El 1º de agosto de 1967 la Comisión de Tratamiento de la Información (CTI) eleva un informe sobre la licitación de compra y ubicación de una computadora. De entre las ofertas recibidas la Comisión propone al CDC la adquisición de un equipo IBM/360, modelo 44.

Durante los años 1967 y 1968 el CCUR realizó trabajos de computación, utilizando la computadora del Banco Comercial.

En diciembre de 1968 «La IBM-360» se instaló en el 5to piso de la Facultad de Ingeniería de la UDELAR, en una sala que había sido construida y habilitada para ese fin, con la colaboración de la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas. En América Latina habian dos equipos científicos del porte de la IBM 360/44, uno en el Instituto Balseiro –Centro de Energía Atómica de Argentina- y en un Instituto de Porto Alegre.

Continua el Ingeniero Ruglio: *«Con gran orgullo se mencionaba que tenía 128Kb de memoria RAM, en núcleos de ferrita del tamaño de una cabeza de alfiler cada bit, ocupando el grueso espacio dentro del mueble. El CPU, la memoria principal y la unidad de discos estaban en un mueble parecido a un ropero de 2 metros de largo por 0.80 de frente y por 1.70 metros de alto. Sobre el techo de este mueble la temperatura normal era de 52 grados (medida con termómetro). En Uruguay, el otro 360 que existía era el modelo /40 del Banco Comercial, el BROU tenia un IBM 1401, operaban con 8 y 12 Kb de memoria».*

Una vez instalada «la máquina» en el quinto piso de la Facultad de Ingeniería, se llamó a concurso para ocupar cargos docentes. El personal seleccionado integró el primer plantel de docentes de computación de la Universidad de la República.

> *«[…] La prueba era para ingresar al Centro de Cómputos. Vinieron nombramientos con muy poca plata. No era un concurso para profesor, era un concurso para ayudantes. [...] La prueba podía servir para detectar; como pasó con Ida y también con Gonet, quien sacó muchos puntos, y Vidart; todos más o menos quedaron clasificados […]. La prueba la quiso hacer también Schaeffer, que era profesor brillante. [...] En la empresa nos dijeron que su prueba fue el record más alto de toda América Latina, pero Schaeffer estaba muy enojado consigo mismo, pues se había equivocado en un puntito. […] En el setenta y tres ya no fui más a Uruguay, y en el setenta y cuatro se agravó tanto la situación acá, que yo me fui del país. […] Entonces me fui a Venezuela»*, concluye Sadosky.

El 27 de junio de 1973 se produce el golpe de estado en Uruguay. Una de las consecuencias de dicho golpe fue la intervención de la Universidad de la República, la prisión o el exilio de casi todos sus decanos y de muchos profesores y estudiantes.

Aunque no vamos a tratar el periodo de la dictadura en este trabajo, es bueno relatar algunos sucesos ocurridos en esos años de intervención:

- El CCUR en tanto centro académico de la Universidad es eliminado. Simultáneamente, se crean dos instituciones: a) la Dirección de Cómputos de la Universidad de la República (DICUR), antecesor del actual SeCIU, es un centro de cómputos para toda la UDELAR instalado en la calle Colonia y b) el Instituto de Computación (InCo) de la Facultad de Ingeniería que, hasta el día de hoy sigue en el mismo piso donde estaba el CCUR. El InCo pasa a depender de la Facultad y no directamente del Consejo Directivo Central de la UDELAR. Esta reestructura, que destruye todos los fundamentos académicos del Plan Maggiolo [5], es clave para comprender el proceso del resurgimiento de la actividad académica en computación en los años siguientes, una vez finalizada la dictadura.
- La carrera Computador Universitario es sustituida por las carreras Ingeniero de Sistemas en Computación y Analista de Sistemas en Computación (plan 74). Ambas carreras son de tres años de duración pero poseen diferentes cargas horarias y requisitos de ingreso.
- La IBM 360 es substituida por su sucesora: la IBM 370.

## 3. LA UTOPIA se hace realidad en el INCO, la re-fundación.

Con el retorno de la democracia en 1985, las limitaciones para el ingreso a las carreras de computación se terminan y las inscripciones en primer año se multiplican por cuatro en 1985, y por cinco en 1986. Esto produce una renuncia masiva de la mayor parte de los docentes del InCo y, de pronto, el sueño de casi todos aquellos que hemos sido alguna vez estudiantes se convierte en realidad: un instituto sin docentes gobernado por estudiantes, plenos de ánimo y optimismo en aquellos meses de borrachera democrática. Esto era, académicamente hablando, lo que quedaba del CCUR de la década del 60.

El informe anual de la Dirección del InCo del año 1987 describe el panorama desolador de 1985 de esta forma:

> *«Al finalizar el período de la intervención de la Universidad, el InCo era un esqueleto de cátedras en proceso acelerado de desmembramiento y un puñado de cargos del Instituto. No existían estructuras o personas encargadas de las tareas de dirección y la cantidad de estudiantes que ingresaba a las carreras de computación pasaba de 250 a un orden cercano al millar».*

Los estudiantes eran, en un solo paquete, el problema y la solución de la «crisis» del InCo.

Catorce años después, un joven docente (Alvaro Tasistro) y dos estudiantes de la época (Eduardo Giménez y Raúl Ruggia) relatan cómo se hacían las cosas durante los primeros tiempos de la Segunda Fundación [4]:

> ***A. Tasistro:*** *«Quedábamos, entonces, tres o cuatro docentes en el InCo. Había dos cursos masivos para dar. Todos los contenidos habían sido reformados, en el proceso relatado por Raúl en un capitulo anterior de esta historia. En particular, el curso de Programación 1 tenía más de 1000 estudiantes. Yo era el encargado de dictar el teórico, en tres turnos, en el Salón de Actos. Mi cargo era de grado 1, si no me equivoco con 30 horas semanales de dedicación. Acerca del material para dictar el curso, decidimos (simplemente!) escribir apuntes de teórico y además también transparencias, todo lo cual habría de llegar a manos de los estudiantes».*

> ***E. Giménez:*** *«Yo participé del curso de Programación I que Tato (Tasistro) menciona, como estudiante. A la vez que estudiante, yo era coordinador en un Grupo de Autoestudio (GA), estructura paralela que suplía a los inexistentes prácticos del curso de Programación I, y en la cual los estudiantes se reunían a discutir y resolver los ejercicios de práctico, y a debatir sobre el mentado Proceso de Abstracción. En una de tales reuniones yo pronuncié la memorable frase: «Ya logramos especificar el problema, entonces forzosamente existe una solución al mismo». Los parciales del curso eran corregidos grupalmente en los GA por los propios estudiantes. En otras palabras, los propios estudiantes decidíamos (democráticamente!) quiénes pasaban el parcial y quiénes no. No sé si es necesario aclarar que esto era el OBJETIVO de la cosa. En la época a esta idea le llamábamos autogestión (aunque creo que hoy día el vocablo ha caído un poco en desuso). Más aún, los estudiantes que integrábamos los GA nos oponíamos a la creación de prácticos en los que hubiera un «profesor», dado que (asegurábamos) eso redundaría en la reproducción de las consabidas estructuras de poder del pasado».*

> ***R. Ruggia:*** *«Estos Grupos de Autoestudio no eran nada inocentes, había un ambiente bastante espeso y se hablaba muy seriamente de eliminar los docentes de la enseñanza y de basar todo en GA. Dentro de estos grupos nos encontramos la gran mayoría de los (actuales) docentes del InCo».*

Los GA no fueron duraderos y el sueño de un mundo sin profesores se fue desvaneciendo gradualmente junto con ellos. Pero una nueva generación de jóvenes académicos surgía de esta crisis y se transformó en la fuerza principal para el renacimiento del InCo.

Estos jóvenes, junto a unos pocos retornados del exterior y el apoyo valioso de otros pocos miembros de la gente formada en la época de la primera fundación, conformaron la base académica de un nuevo InCo mirando al futuro pero conectado a sus orígenes en el CCUR.

Y a partir de ahí, el proceso fue vertiginoso:

- En 1986 la IBM 370 es substituida por una IBM 4341 y finalmente las redes de microcomputadores terminaron por completo con aquellos dinosaurios informáticos que vieron nacer al CCUR.
- En 1987 las viejas carreras se substituyen por la de Ingeniero en Computación de cinco años de duración.
- Ese mismo año 1987 comienza a funcionar regularmente en el InCo el Área de Informática del PEDECIBA. Es difícil aun hoy evaluar la enorme importancia de este hecho en la recuperación del InCo.
- El 2 de diciembre de 1988 el InCo establece la primera conexión uruguaya estable de correo electrónico con el resto del mundo.
- En 1989 comienza a funcionar la Maestría en Informática del InCo-PEDECIBA. El primer egreso se produce en 1992 y es un símbolo de los nuevos tiempos, es el primer magister de la Facultad de Ingeniería, que estaba por cumplir su siglo de vida, y se trata de una mujer.
- Durante los años 90 llega Internet a la UDELAR, el InCo tiene más de 100 docentes y 15 de ellos se doctoran en Europa o Norteamérica.
- En 1999 comienza el programa de doctorado del InCo-PEDECIBA.

## 4. Algunas conclusiones

Todo el proceso de surgimiento de la actividad académica en computación en el Uruguay está fuertemente condicionado por la inestabilidad política del Río de la Plata en esa época. Podría decirse que los militares argentinos y uruguayos, seguramente sin la menor conciencia, influyeron, para bien o para mal, más que ningún otro grupo en el proceso de surgimiento de la computación en la Universidad de la República.

En la Segunda Fundación la visión de la sociedad, de la gente, de la opinión pública sobre la importancia de la computación en nuestro país fue definitoria para el resurgimiento del InCo. Los miles de estudiantes que querían estudiar computación eran la prueba concreta de que mucha gente pensaba que el futuro estaba ahí.

El InCo de hoy es el resultado del sedimento académico de esos pioneros cibernéticos de los 60 y el sacudimiento producido por una revolución estu-

diantil que, sin poder concretar su utopía, logró reconstruir dignamente un instituto desmantelado y seguir decididamente más lejos de lo que muchos imaginaron.

Se necesitaron más de 35 años para que la comunidad informática uruguaya comenzara a escribir su historia y, sobre todo, a tener una preocupación consciente por ella. Esto no parece ser una casualidad: en los 90, en todo el mundo, se pueden encontrar indicadores claros de la misma tendencia.

¿Es ésta una señal de que su característica de ciencia «emergente» en el Uruguay está desapareciendo?

La historia de la Computación en Uruguay es una historia de sobrevivientes que navegaron a través de las frecuentes revoluciones tecnológicas del área y los golpes de estado, las dictaduras, la cárcel o el exilio. Parece comprensible que recuperar la historia de la computación en Uruguay, que ni siquiera llega al medio siglo, se encuentre entre las preocupaciones de estos sobrevivientes. En eso estamos.

## Referencias

[1] CCUR - Centro de Computación de la Universidad de la República, (1970). *Boletín Informativo Nro 1*.

[2] ACM Curriculum Committee on Computer Science, (1968). *Curriculum 68 - Recommendations for Academic Programs in Computer Science*. Communications of the ACM, Volume 11, Number 3, March, pag. 151-197.

[3] Tucker, Allen B, (1991) *A summary of the ACM/IEEE-CS joint Curriculum Task Force Report: Computing Curricula 1991,* Comunnication of the ACM, vol 34, no 6.

[4] Cabezas, J. J. eds., (1998). *La increíble historia del Instituto de Computación en 24 e-mails*, Editado por el Área Informática del PEDECIBA, Montevideo.

[5] Maggiolo, Oscar (1967) *Documento base para discutir una política para el quinquenio 1968-1972 para la Universidad de la República,* Suplemento N°1 Cuadernos Universitarios, Centro Estudiantes de Derecho, Librería de la Universidad.

# CAPÍTULO 4

## Modernidade, universalismo e assimetrias[1]

Cássio Adriano Nunes Teixeira* & Henrique Luiz Cukierman**

Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE/UFRJ, Bloco H, CT, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro

*cassio@bndes.gov.br; **hcukier@cos.ufrj.br

**Resumo**

*O artigo apresenta um convite à reflexão sobre a assimetria entre países do Primeiro Mundo e países periféricos, estes aparentemente fadados ao papel de consumidores do desenvolvimento científico e tecnológico daqueles, com anos de atraso. Toma-se como ponto de partida a Engenharia de Software, caracterizando-a como uma construção moderna, uma disciplina que escora-se no pressuposto da difusão de modelos e padrões «universais», em cujo pressuposto subjaz a idéia de separação entre «contexto» e «conteúdo».*

### 1. Introdução

É preciso reconhecer a Engenharia de Software (ES) como uma construção, bem como reconhecer o *estilo de pensamento*[2] que a fundamenta, «desnaturalizando» assim a idéia de que a ES é como é em decorrência da «ordem natural das coisas». A ES se estrutura em torno da busca de padrões e modelos «universais» que, acredita-se, podem ser *difundidos* para replicar as «melhores

[1] Uma versão deste artigo foi publicada na revista Scientia - Interdisciplinary Studies in Computer Science 19(2): 94-101, July/December 2008.

[2] Ludwik Fleck define o estilo de pensamento não como um tom particular dos conceitos ou uma forma peculiar de reuní-los. «Trata-se de uma coerção determinada de pensamento e mais ainda: a totalidade da preparação e disponibilidade intelectual orientada a ver e atuar de uma forma e não de outra. A dependência de qualquer fato científico [e artefato tecnológico] ao estilo de pensamento é evidente.» (FLECK, 1986, p.111).

práticas», das quais, supostamente, são os porta-vozes. Problemas com a difusão dos modelos têm, muitas vezes, respostas aparentemente pré-elaboradas, via de regra imputando-se aos chamados «fatores não-técnicos» a culpa pela maioria dos malogros dos projetos de software.

Neste artigo, traçaremos uma breve recapitulação, na seção 2, sobre os vínculos entre a ES e a modernidade, caracterizando-a como uma disciplina que escora-se no pressuposto da *difusão* de modelos e padrões «universais», pressuposto no qual subjaz a idéia de separação entre «contexto» e «conteúdo». Os modelos e padrões «universais» seriam «conteúdos técnicos» que, apartados de suas condições de produção, reclamam para si uma competência «intrínseca», «universalmente» válida em quaisquer outros «contextos». Na seção 3, abordando um exemplo empírico, baseados em entrevistas, observação direta e participação ativa, os autores retratam a história da informática de uma grande empresa estatal brasileira, a partir dos anos 1970, apresentada em «Um olhar sociotécnico sobre a engenharia de software: o caso do BNDES[3]» (TEIXEIRA, 2007). Ao contrapor esta história à própria história da Engenharia de Software norte-americana, desde os anos 1950 até 1980, como apresentada por Barry Boehm em «*A View of 20th and 21st Century Software Engineering*» (BOEHM, 2006), revela-se uma grande coincidência de problemas e soluções, porém com uma defasagem de 20 anos. Embora cientes da impossibilidade de quaisquer generalizações a partir da narrativa de um único caso, os autores qualificam o argumento -acerca da coincidência e defasagem entre as histórias do BNDES e da ES norte-americana- como uma insinuação inspiradora para o debate das assimetrias entre países produtores e consumidores de tecnologia, na medida em que o caso parece repetir-se em diversos outros setores. Tais assimetrias referem-se aos investimentos em tecnologia em que os países periféricos são chamados a consumir esta ou aquela tecnologia, de acordo com um cardápio que procura privilegiar os cálculos econômicos dos países centrais. Trata-se de uma insinuação preliminar e, ao mesmo tempo, de uma sugestão para trabalhos futuros, que poderiam responder questões do tipo: insistir no engenheiro de software como um *difusor*[4] de padrões e modelos «universais», em vez de pensá-lo como um *tradutor/mediador*, não constituiria um dos principais motivos para a manutenção da defasagem temporal da prática da ES nas empresas brasileiras? Na seção 4, apresentamos nossas considerações finais.

[3] BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - é um grande banco estatal financiador da indústria brasileira.

[4] Veja Teixeira e Cukierman (2007) para um resumo dos modelos de tradução e difusão de fatos e artefatos, conforme definido por Bruno Latour (2000).

## 2. Vínculos da ES com a modernidade[5]

O status de engenharia conferido ao desenvolvimento de software faz com que o vejamos, ordinariamente, como disciplina técnica (HANSETH; MONTEIRO, 1998, p.6). Parece *natural* que a ES se dedique, sobremaneira, às ferramentas, métodos, modelos e princípios técnicos. Uma possível explicação para este tecnicismo dominante na ES pode ser extraída de sua busca por um *pedigree* científico ao se estruturar como disciplina autônoma. Em tal busca, a rede sociotécnica da ES inevitavelmente se entrelaçou à rede da modernidade -o *estilo de pensamento* dominante- com sua visão tecnocêntrica do mundo. (TEIXEIRA; CUKIERMAN, 2006).

A busca de cientificidade pela ES decorre, dentre outras razões, das próprias circunstâncias do surgimento de computadores e de seus programas no meio científico, bem como da finalidade a que se destinavam. Howard Aiken, físico da universidade de Harvard, responsável pelo projeto de um dos primeiros computadores, portanto um profundo conhecedor da tecnologia da computação da época, declarou equivocadamente, em 1956:

> *Se algum dia ocorrer da lógica básica de uma máquina projetada para solucionar numericamente equações diferenciais coincidir com a lógica de uma máquina cujo propósito é gerar faturas para uma loja de departamentos, eu iria julgá-lo a mais surpreendente coincidência (DAHLBOM; MATHIASSEN, 1993, p.3).*

Naquela época, parecia natural enxergar a computação e sua programação como claros domínios da matemática e da ciência, pois os computadores eram extensivamente utilizados apenas para cálculos de engenharia e de pesquisas científicas. Somente de forma muito restrita eram usados para o processamento de dados em atividades de negócios (TEIXEIRA, 2007).

Ao buscar a chancela científica, a ES revela sua tentativa de compartilhar «a verdade detida pela ciência ocidental» cujos grandes feitos -desde a descoberta das Américas até a mais recente viagem espacial- conferiram à modernidade a reputação de via segura para o progresso, e, por isso mesmo, consolidado como o *estilo de pensamento* dominante no ocidente.

Alguns dos elementos da visão moderna do mundo são facilmente resgatados na ES. Os chamados métodos estruturados (ou *hard methods*) de projeto de siste-

[5] Um detalhamento maior desta questão pode ser visto em: «Algumas observações sobre os vínculos entre a Engenharia de Software e o pensamento moderno» (TEIXEIRA; CUKIERMAN, 2006) e «Por que Falham os Projetos de Implantação de Processos de Software?» (TEIXEIRA; CUKIERMAN, 2007).

mas, por exemplo, se auto-identificam como objetivos e científicos. Os imperativos modernos da representação e da formalização estão explícitos nas inúmeras linguagens, métodos e ferramentas. A perspectiva do controle subjaz à disciplina dos *processos de software*, a qual considera possível prever, predeterminar e explicitar papéis assim como estabelecer regras que garantam o comportamento esperado e a coordenação central necessária. Nos projetos de software, parte-se do pressuposto que é possível saber antecipadamente o que deve ser feito, existindo pouca incerteza acerca das tarefas (DAHLBOM; MATHIASSEN, 1993, p.16).

A *modelagem de informação*[6], por exemplo, ferramenta chave com presença muito forte nos ciclos de desenvolvimento de sistemas, denota um realismo ingênuo, por pressupor que a existência de um método adequado seja o bastante para que o mundo real, objetivo, possa ser «descoberto». Mais ainda, se descoberto através desse método, tal mundo seria consistente, de complexidade gerenciável (HANSETH; MONTEIRO, 1998, p.141) e, portanto, controlável. A pressuposição subjacente é que existe um mundo ordenado *a priori*, bastando ao engenheiro de software «descobrir»/»capturar» os requisitos preexistentes, formalizar uma especificação e desenvolver o sistema desejado a partir dela. A maioria das abordagens tende a considerar que é possível, de antemão, definir os requisitos e que eles se manterão estáveis ao longo do desenvolvimento.[7]

> *[Segundo uma visão realista, os componentes da modelagem do sistema] - funções, dados ou objetos, - existem no mundo real. O trabalho do desenvolvedor seria o de encontrar estes elementos que comporão o sistema, 'como se fossem um tesouro afundado'* (HIRSCHHEIM; HEINZ; LYYTINEN, 1995, p.xi-xii).

Um exemplo desse realismo pode ser encontrado na reflexão de Tom DeMarco, acerca de suas importantes idéias sobre a *análise estruturada* e sua «naturalidade»:

> *É uma importante verdade: quando você está atacando a complexidade através de particionamento, quanto mais tênues as interfaces melhor o particionamento - se as interfaces ainda estão grosseiras, exageradas, volte e particione novamente, buscando os contornos naturais do domínio (DeMARCO, 2002, p.526, grifos nossos).*

Subjaz a uma tal proposição que a ES busca revestir-se de tecnicismos, devotando grande importância à busca por padrões e modelos, influência da própria

[6] Uma introdução à modelagem da informação pode ser obtida em: COAD, P., YOURDON, E. Object Oriented Analysis. EnglewoodCliffs, New Jersey: Yourdon Press, 1990.

[7] Ibid., p.83.

busca da ciência por modelos, padrões, fatos e leis «universais» (HANSETH; MONTEIRO, 1998, p.133). Ser científico equivale a ser universal, a valer em qualquer lugar, facultar a qualquer um a repetição dos fenômenos observados, desde que respeitado o método. Assim, modelos e métodos «universais» adequados garantiriam, *per si*, o sucesso dos projetos. Podemos constatar este ponto de vista mais uma vez nas palavras de DeMarco (2002, p.524).

> *Eles [seus leitores] estavam convencidos com [a validade de] o método porque ele dava uma confortável sensação de completude; ele aparecia para eles como A Resposta para todos os problemas. Quando não conseguiam resolver seus problemas eles culpavam a si próprios e tentavam com maior rigor ainda. Hoje acredito que meu livro de 1975*[8] *foi excessivamente persuasivo e que muitos em nossa indústria [de software] foram simplesmente seduzidos por ele. Isto em parte resultou de meu irrestrito entusiasmo com um método que funcionou soberbamente para mim (num domínio limitado) [...].*

Com a valorização dos padrões e modelos «universais», os projetos de software, sejam eles de desenvolvimento/implantação de sistemas ou de melhoria/implantação de *processos de software*, são guiados por uma visão que divide, nitidamente, o que seria o conteúdo técnico (leia-se: o modelo «universal» a ser implantado) daquilo que seria o contexto social / organizacional de implantação. «Fatores não-técnicos», exteriores ao «conteúdo» (ou seja, fora dos enquadramentos propiciados pelo modelo «universal»), são reconhecidos como determinantes no sucesso dos projetos e, por isso, deve estar garantido que preexistam em uma configuração apropriada no «contexto» (TEIXEIRA; CUKIERMAN, 2007). Ou seja, padrões e modelos focalizam o problema sob um viés tecnicista, desprezando questões culturais, sociais e políticas, além de demarcar uma separação entre «conteúdo» e «contexto». Mas, no entanto, quando a implantação de um padrão não é bem sucedida, essas questões, muito freqüentemente, surgem como explicação para o fracasso, mantendo a aura de infalibilidade «técnica» do padrão - do «conteúdo técnico». Apresentado sem sua história e contexto, um padrão «universal» reclama a possibilidade de replicar a presumida competência que nele se encerra. Porém, por si só, nenhum padrão pode garantir a repetição de um suposto sucesso obtido em uma situação determinada; em verdade, ele replica apenas a si mesmo sob a alegação de replicar a presumida competência que encerra. Na verdade, um padrão «universal» nunca será utilizado, de fato, pois será sempre necessário elaborar seu significado localmente (TEIXEIRA; CUKIERMAN, 2006), constituí-lo como

[8] DeMARCO, T., 1975, Structured Analysis and System Specification. Prentice Hall.

um problema caso-a-caso, empiricamente, como denotam as afirmações:

> *Melhoria de processo não significa simplesmente adotar métodos e ferramentas particulares ou usar algum modelo de processo utilizado em outro lugar. [...] existem sempre fatores, procedimentos e padrões locais que influenciam o processo. [...] Sempre deve-se olhar para melhoria de processo como algo específico para a organização (SOMMERVILLE, 2004, p.666, grifos nossos).*
>
> *Embora as áreas de processos descrevam comportamentos que devem ser exibidos em qualquer organização, práticas devem ser interpretadas usando um profundo conhecimento de CMMI[9], da(s) disciplina(s), da organização, do ambiente de negócios e das circunstâncias específicas envolvidas. (CHRISSIS, 2003, p.97, grifo nosso).*

É preciso perceber que um padrão ou modelo, quando ganha ares de universal, oculta o processo de negociação sociotécnica que viabilizou sua existência. A perspectiva sociotécnica, ao esclarecer que contexto e conteúdo são indissociáveis, instrumentaliza a percepção de que, ao implantar um «conteúdo técnico», implanta-se também seu «contexto» de produção. Conteúdo e contexto são reconstruídos localmente nos esforços de implantação de modelos «universais», de sorte que implantar, digamos, o CMMI, é tentar implantar também o contexto, por exemplo, de medições, levantamentos, estatísticas e formalizações de norte-americanos. Para termos uma idéia a esse respeito, poderíamos refletir sobre como brasileiros e norte-americanos reagem à formalização. Nos EUA seria admissível uma pergunta, por vezes usual entre nós brasileiros, como: «será que a lei 'tal' vai pegar»? (TEIXEIRA, 2007).

Nesta seção apresentamos o enquadramento modernista da ES com seu claro viés de busca por modelos e padrões «universais» que possam ser *difundidos*.[10] Esse viés pode ser percebido, ainda que superficialmente, nas histórias que virão a seguir. Antes da ES estar estruturada como atividade autônoma, sínteses locais surgem para dar conta da complexidade da tarefa de desenvolvimento de software. É o que ocorreu nos projetos de defesa norte-americano nos anos 1950 e no

---

[9] CMMI -Capability Maturity Model Integration- é um agregado de modelos que fornecem direcionamento para o desenvolvimento e melhoria de processos, desenvolvido pelo Software Engineering Institute, Univ. Carnegie Mellon (CHRISSIS, 2003).

[10] A posição que aqui adotamos não é necessariamente contrária à adoção de modelos de desenvolvimento de software, mas certamente o é quanto à sua «universalidade», o que implica em pugnar por modelos, se for possível construí-los, que encontrem ressonância com os desafios sempre locais do desenvolvimento de software.

BNDES nos anos 1970. À medida que a ES vai se identificando como uma disciplina, passa a existir um movimento de «universalização» das práticas locais e de sua incorporação aos modelos e padrões, de modo que essas práticas supostamente poderiam deixar os «contextos» originais para serem aplicadas em quaisquer outros. É o que também se pode perceber nas histórias a seguir, que citam o surgimento de modelos da ES e a tentativa de sua utilização em outra localidade específica, no caso, no «contexto» do BNDES.

## 3. Histórias paralelas

Nesta seção será mostrada a aparente coincidência, ainda que com 20 anos de defasagem, entre a história norte-americana e a história do BNDES daquilo que hoje denominamos ES, conforme descrito nos trabalhos: «*A View of 20th and 21st Century Software Engineering*» (BOEHM, 2006) e «Um olhar sociotécnico sobre a engenharia de software: o caso do BNDES» (TEIXEIRA, 2007, capítulos 4 e 5).

O início da programação de computadores em larga escala data dos anos 1950 nos EUA. Não compreenderemos o estado atual da ES se não conhecermos seu passado. A ES como um produto da tecnociência do século 20, faz parte de uma «máquina de guerra» (LATOUR, 2000, p.282). Seu desenvolvimento, tal qual o da própria computação, está associado aos bilionários projetos de defesa norte-americanos durante a Guerra Fria - os «BIG-L», uma resposta dos EUA à ameaçadora existência de armas atômicas aerotransportadas por bombardeiros soviéticos. Precursor e padrão para vários outros, o projeto 416L da Força Aérea criou o SAGE -*Semi-Automatic Ground Environment*- nos anos 1950.

Naquele cenário de desenvolvimento inicial, ainda não havia sistemas de software (os termos software e ES sequer existiam). Era um cenário comumente referenciado como «campo verde»[11], no qual a racionalidade dominante era a de maximização da eficiência de utilização dos então caros e limitados recursos de hardware. A própria engenharia do hardware influía diretamente na maneira de encarar o desenvolvimento de software, sugerindo um processo que enfatizava revisões e verificações exaustivas das especificações antes do processo de produção. Efetivamente, o SAGE impulsionou o desenvolvimento da disciplina de gerenciamento de projetos de software. Técnicas de

[11] «Campo verde» ou «terra virgem» é uma expressão (não só no jargão da informática) que serve para figurar uma área, ou situação, ainda não cultivada, tratada, construída - greenfield land-, em contraste com uma outra situação -brownfield land- onde algo já foi cultivado, tratado, construído, podendo até conter os escombros do que ali teria existido.

gerenciamento já maduras na engenharia foram adaptadas em uma seqüência de estágios que partia do estabelecimento inicial dos conceitos e seguia até o artefato final de programação. Esse esquema hierárquico, guiado por especificações, foi largamente difundido na indústria de software, no final dos anos 1950, por milhares de programadores que o vivenciaram no projeto SAGE, formador de toda uma geração de profissionais altamente qualificados para o desenvolvimento de software militar de missão crítica. (CAMPBELL-KELLY, 2004, p.67-69). Nota-se, então, que no momento em que praticamente nascia a computação eletrônica, os profissionais eram formados na prática (*on the job*) em um ambiente organizacional (militar) e tecnológico (hardware) altamente padronizados.

Já no BNDES dos anos 1970, o que se via? Com um *mainframe* IBM centralizando todo o processamento de dados, via-se uma instalação de computação cuja operação era algo complexa, envolvendo diversas categorias de profissionais, tais como digitadores, preparadores de lotes, operadores, programadores e analistas de sistemas (à época com atuações bem distintas). Esses profissionais traziam uma formação muito aderente ao negócio de informática, pois virtualmente todos tinham uma formação prática nas empresas - tanto nas fornecedoras (IBM, Burroughs, etc.) quanto nos birôs de prestação de serviço.[12] Neste cenário, os profissionais dependiam uns dos outros para a consecução de quase todas as tarefas. Por exemplo, para a simples compilação de um programa, o programador dependeria pelo menos do perfurador de cartões e do operador. Configuravam-se relações que viabilizavam a existência/aceitação de hierarquias e pontos de controle explícitos, favorecendo a aceitação de uma disciplina de padronização e métodos de trabalho estruturados hierarquicamente.

O custo de manutenção e operação da instalação de computador, além das próprias restrições tecnológicas existentes à época, justificavam a racionalidade de otimização do uso dos recursos computacionais, mesmo em detrimento de algumas necessidades dos usuários. Também cabe lembrar que inexistiam no BNDES, nos anos 1970, sistemas de informática, isto é, configurava-se também uma situação de «terra virgem».

Comparando os dois cenários, temos nos EUA dos anos 1950 a engenharia do hardware como inspiração primária para os processos de desenvolvimento de software. A palavra chave é o uso eficiente do caro e limitado hardware. Programadores são treinados na prática em projetos como o SAGE. Tem-se uma ambiência com grande respaldo metodológico, com a tecnologia favorecendo a padronização e um forte controle hierárquico e centralizado dos

[12] Somente em meados dos anos 1970 é que surgiram os primeiros cursos na área de computação no Brasil.

projetos, guiados por especificações formalizadas, em um cenário de «terra virgem». Quadro semelhante o BNDES viveu nos anos 1970, quando a otimização do uso do hardware tinha peso preponderante, os profissionais eram formados nas empresas, a instalação de informática era centralizada no CPD, os processos eram formalizados e controlados hierarquicamente, num ambiente também de «terra virgem», posto que se iniciava a construção dos primeiros sistemas.

Em meados dos anos 1960, nos EUA, o poder de processamento e armazenagem de dados dos computadores havia crescido vertiginosamente e seu custo relativo havia diminuído muito. Em decorrência, passaram a existir um número expressivo de instalações civis de computadores, nos EUA, e uma explosiva demanda por software. Na década anterior, como praxe de mercado, os fabricantes de computadores disponibilizavam «sem custo» para as organizações usuárias, além do software básico para a utilização dos computadores, vários aplicativos que suportavam atividades dos maiores ramos de negócio, como o setor bancário, de seguro, industrial e de varejo. O custo do desenvolvimento desses aplicativos era considerado uma despesa de *marketing* pelos fabricantes, uma condição necessária para a venda de hardware, este sim seu verdadeiro negócio à época. No entanto, a partir de meados dos anos 1960, o custo relativo do software começou a se tornar mais expressivo do que o custo do hardware e o fator preponderante nos custos, à medida que também crescia explosivamente a demanda por programadores, passou a ser a mão-de-obra (CAMPBELL-KELLY, 2004, p.89-98). Paul Edwards (1997, p.247) relaciona a necessidade de programadores com o desenvolvimento das linguagens de programação de alto nível. Os primeiros programadores eram basicamente os matemáticos e engenheiros que projetavam e construíam os computadores, valorizando a estética matemática de concisão como norma de elegância. Linguagens de programação de alto nível, facilmente apreendidas por não especialistas, eram necessárias para viabilizar os projetos militares, como o SAGE, e a própria indústria da computação.

Com as linguagens de programação de alto-nível e os novos programadores sem a disciplina do rígido formalismo matemático, começou a ser questionado, como inspiração para o desenvolvimento de software, o exemplo do processo de produção de hardware, que enfatizava a revisão e verificação exaustivas das especificações antes do processo de produção. Os artefatos de software, aparentemente muito mais fáceis de alterar, permitiam uma abordagem de «tentativa e erro» (*code and fix*), além do que produzir especificações precisas de software era (e ainda é) muitíssimo mais complicado do que para hardware. Segue-se a era do «*software crafting*» que, junto à postura libertária dos anos 1960, questionadora do regime centralizado de autoridade, fazia com que os programadores seguissem métodos próprios em detrimento dos métodos que suas empresas tentavam utilizar. Surgia a figura dos programadores *cowboys*, os profundos conhecedores dos sistemas e os únicos capazes de, misteriosamente, nos mo-

mentos decisivos, reparar os defeitos e sanar as falhas. «Código espaguete» em profusão começou a ser gerado, trocando o aparente sucesso dos projetos da década anterior pelos altos custos com retrabalho e casos de fracasso (BOEHM, 2006). A expressão *crise do software*[13], cunhada na famosa conferência da OTAN de 1968 (NAUR, 1969), sintetiza bem o que ocorria.

Vinte anos depois, no BNDES dos anos 1980, passou a ser questionado o controle centralizado da informática exercido pelo DESIS – Departamento de Sistemas. O DESIS tinha praticamente a mesma organização desde quando fora criado, nos anos 1970, uma instalação típica de CPD (Centro de Processamento de Dados) baseada em mainframe com processamento *batch*.[14] No entanto, uma vez atendida a demanda, nos anos 1970, pelos sistemas que compunham o chamado *back office* – sistemas administrativos, financeiros e contábeis - passou a existir uma grande pressão por sistemas e serviços que atendessem às diversas áreas de negócio do BNDES. Por não conseguir dar conta de toda essa demanda, o DESIS passou a encarnar uma imagem pejorativa de burocracia e lentidão.

Nesse mesmo momento em que a imagem do DESIS piorava por não conseguir atender tempestivamente à demanda que explodira, entram em cena os microcomputadores e, com eles, novos aplicativos, novas linguagens de programação e, principalmente, muitos *novos programadores*. Diferentemente do *mainframe* que parecia impor diversos elementos de padronização, controle e metodologias, o microcomputador, ao alcance de todos, favoreceu a desestabilização da estrutura organizacional da informática do BNDES. Houve uma descentralização da informática, de modo que passaram a existir núcleos nas áreas de negócio onde os próprios profissionais dessas áreas desenvolviam os aplicativos que necessitavam, à revelia de padrões, métodos e o controle centralizado do DESIS. Esses novos programadores passaram a ser conhecidos

---

[13] Com o rápido aumento do poder dos computadores e da complexidade dos problemas que podiam ser enfrentados, o termo crise do software (software crisis, ou software gap) refletia a crença na dificuldade de se escrever, com correção, softwares inteligíveis e passíveis de validação precisa, em decorrência do crescimento de sua complexidade, muito mais acelerada que o progresso da «engenharia de software». Malgrado os grandes avanços, as demandas estariam além da capacidade, teoria, técnicas e métodos da época, o que supostamente traria um sombrio cenário futuro para a indústria de software e para a própria sociedade, cada vez mais dependente de artefatos de software (NAUR, 1969, p.17, p.121).

[14] A filosofia dos sistemas de processamento em lotes -batch- surgiu em decorrência dos altos custos dos primeiros sistemas computacionais e consistia em agrupar todas as tarefas, com seus respectivos recursos demandados, em lotes que, uma vez submetidos ao processamento, ocupassem a máquina ininterruptamente.

como os «donos» dos respectivos sistemas e, a exemplo dos citados programadores *cowboys*, dada a falta total de documentação, só eles conseguiam manter os aplicativos que desenvolviam.

Então, 20 anos após a explosão da demanda por software nos EUA dos anos 1960, quando vivenciaram a era da programação por tentativa e erro (*code and fix*), do desenvolvimento de software insubordinado ao controle de processos rígidos e da entrada de muitos novos programadores em cena por conta das linguagens de programação de alto-nível, o BNDES dos anos 1980 viveu um movimento bastante análogo.

Em resposta aos problemas decorrentes das práticas de desenvolvimento de software dos anos 1960 (*software crafting*) nos EUA, sobretudo os elevados custos com retrabalho, a comunidade da então nascente disciplina de ES desenvolveu, nos anos 1970, os *métodos estruturados*. No embalo do sucesso da programação estruturada, buscou-se estender a «idéia de estruturação» para a projetação (*design*) dos sistemas de software. Basicamente, propunha-se uma criteriosa análise de requisitos previamente ao esforço de desenvolvimento, de sorte que o desenvolvimento propriamente dito pudesse ser guiado pelos requisitos preestabelecidos. Em busca de uma maior formalização para o processo de desenvolvimento, Winston Royce também propôs, nessa mesma época, o popular modelo cascata de desenvolvimento de software. Em resumo, buscavam-se meios de depender menos das habilidades dos profissionais e garantir planejamento e controle mais efetivos dos projetos.

Voltando ao BNDES de 20 anos mais tarde, isto é, focalizando os anos 1990, vemos a materialização das conseqüências do «*software crafting*» ocorrido com a descentralização da informática nos anos 1980 e com o desenvolvimento de aplicativos de forma bastante descontrolada. A falta de controle tornou-se uma preocupação nos anos 1990 e o antídoto para o problema parecia ser a implantação de uma metodologia baseada na análise estruturada e de uma abordagem mais formal para o gerenciamento e controle dos projetos de desenvolvimento de sistemas. Numa tentativa não muito bem sucedida de *difundir* os modelos «universais» da ES propostos nos anos 1970, foram criadas no BNDES, em 1993, a MEDES – Metodologia de Desenvolvimento de Sistemas -e a MPP- Metodologia de Planejamento de Projetos.

Encurtando o final dessas histórias coincidentes, porém «rigorosamente» afastadas por um intervalo de tempo de 20 anos, temos que nos anos 1980, nos EUA, decorrente da não conformidade freqüente dos sistemas desenvolvidos com o ciclo cascata e devido à sobrecarga imposta pelos métodos estruturados e processos formalizados de desenvolvimento, surgem os padrões de qualidade e os modelos de maturidade, bem como a proposta de estruturação do trabalho em fábricas de software. Exatamente 20 anos depois, o BNDES, sofrendo de problemas análogos, deliberou nos anos 2000 o uso de fábricas de software e a implementação do CMMI.

## 4. Conclusão – Assimetrias

Evidentemente, a defasagem tecnológica de 20 anos entre a ES brasileira e a norte-americana, conforme explorada até aqui através do caso pontual do BNDES, nada mais é que uma insinuação.[15] Trata-se de apenas um caso, cuja generalização reclama não somente muito mais casos que possam suportá-la como também uma exploração mais detida da entrada em cena, no quadro temporal analisado, do recente fenômeno da globalização, amparado por novas dinâmicas *difusionistas*. Porém, trata-se, a nosso ver, de insinuação «inspirada», na medida em que parece repetir o padrão encontrado em alguns outros setores tecnológicos. O padrão diz respeito aos investimentos em tecnologia realizados pelo Primeiro Mundo e sua necessária amortização, na qual relevam-se as negociações (quase sempre unilaterais) com os países periféricos, chamados a consumir esta ou aquela tecnologia de acordo com um cardápio que procura privilegiar os cálculos econômicos dos países centrais. Por tais cálculos entenda-se, de forma muito simplificada, a previsão e o controle (realizados evidentemente nos países centrais) de como devem ser distribuídos os custos de investimento em novas tecnologias, ao mesmo tempo em que têm de ser amortizados os investimentos nas velhas tecnologias. Assim, arrolam-se locais e momentos que deverão consumir as velhas tecnologias para financiar as novas, ou então para consumir de imediato as novíssimas e assim contribuir para a aceleração de investimentos em larga escala. Quanto a este último caso, vale citar, a título de exemplo, a dissertação de mestrado de Wagner do Carmo (2005, p.111), na qual discute a adoção no Brasil da NGN (*Next Generation Network*), uma tecnologia que busca a convergência dos meios de comunicação -dado e voz- em uma mesma plataforma, colocada para as operadoras locais de telecomunicações como uma opção «necessária». Um dos pontos de sua análise é que antes de tudo, [é necessário] estar atento às contingências locais e mostrar que nada é transferido sem se transformar. A rede NGN surge em um momento propício para os países do Primeiro Mundo e em um momento ingrato para os do Terceiro Mundo. Este lado ingrato representa uma rede não convergente que ainda não foi amortizada [diferente da situação do Primeiro Mundo] (grifos nossos).

É por conta dessa contabilidade altamente centralizada que são produzidas as assimetrias entre países centrais e periféricos, entre «consolidados» e «emergentes», cuja conseqüência é a distribuição de forma desigual da tão sonhada

[15] Vale ressaltar que o padrão de desfasagem temporal entre EUA e Brasil observado neste caso não compreende todos os aspectos da informática do BNDES, restringindo-se unicamente ao enquadramento do estudo, a saber, a adoção de modelos de desenvolvimento de software. A título de exemplo, pode-se imaginar que tal padrão já não se sustente da mesma forma caso o foco do estudo recaísse sobre a adoção de hardware.

modernidade. Somos modernos «*ma non troppo*», ou dito de outra forma, ocupamos um lugar no *ranking* da modernidade subrepticiamente pré-determinado por tal contabilidade. Pior ainda: o entendimento do que é ser moderno se faz a partir de indicadores constituídos justo por esta contabilidade desfavorável aos países periféricos, através dos quais forçosamente despontaremos sempre «em atraso» ou mesmo «em melhora» (os jornalistas de economia costumam referir-se à situação de melhora segundo a avaliação de que «estamos fazendo o dever de casa», sem que se saiba mais exatamente à casa de quem se referem), mas sempre sem nenhuma autonomia para construirmos localmente uma outra contabilidade e, portanto, uma outra ES.

Ousaríamos dizer que a insinuação que propomos não só serve como convocação para uma futura investigação, mas que, em verdade, mais que uma insinuação, constitui-se como uma provocação necessária para que pensemos a respeito da importação e adaptação incontinente, sem maiores ponderações e avaliações locais, dos modelos que vêm de fora, os quais a modernidade procura salvaguardar sob a aura da «universalidade».

## Referências


BOEHM, B., 2006, «A View of 20th and 21st Century Software Engineering». In: 28th International Conference on Software Engineering (ICSE), Shangai, China, p.12-29.

CAMPBELL-KELLY, M., 2004, *From Airline Reservations to Sonic the Hedghog: A History of the Software Industry*, MIT Press.

CHRISSIS, M., KONRAD, M., SHRUM, S., 2003, *CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement*. Addison-Wesley.

CARMO, W. R. do, 2005, NGN – Uma análise sociotécnica da convergência das telecomunicações no Brasil. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

DAHLBOM, B., MATHIASSEN, L., 1993, *Computers in Context: The Philosophy and Practice of Systems Design*. Oxford, NCC Blackwell.

DeMARCO, T., 2002, «Structured Analysis: Beginnings of a New Discipline». In: BROY, M., DENERT, E. (eds), *Software Pioneers: contributions to software engineering*, Berlin, Germany, Springer-Verlag, p.521-527.

EDWARDS, P.N., 1997, *The Closed World: computers and the politics of discourse in Cold War America*. Massachusetts, MIT Press.

FLECK, L., 1986, *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*. Madrid, Alianza.

HANSETH, O., MONTEIRO, E., 1998, *Understanding Information Infrastructure*. Manuscript. Disponível em <http://heim.ifi.uio.no/~oleha/Publications/book.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2005.

HIRSCHHEIM, R, HEINZ, K.K., LYYTINEN, K., 1995, *Information Systems Development and Data Modeling: Conceptual and Philosophical Foundations*. Cambridge University Press.

LATOUR, B., 2000, *Ciência em Ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*. São Paulo, Editora UNESP.

NAUR, P.; RANDELL, B. (eds.), 1969, *Software Engineering: Report on a Conference Sponsored by the NATO Science Committee*, *Garmish, Germany, 7th to 11th October 1968*. Brussels, Scientific Affairs Division. Disponível em: <http://homepages.cs.ncl.ac.uk/brian.randell/NATO/nato1968.PDF>. Acesso em: 20 jul. 2007.

SOMMERVILLE, I., 2004, *Software engineering*. 7th ed., Addson-Wesley.

TEIXEIRA, C.A.N., CUKIERMAN, H., 2006, Algumas observações sobre os vínculos entre a Engenharia de Software e o pensamento moderno. In Workshop um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Software, 2., 2006, Vila Velha/ES. Disponível em: <http://www.cos.ufrj.br/~handrade/woses/woses2006/anais.htm>. Acesso: 01 jul. 2007.

TEIXEIRA, C.A.N., CUKIERMAN, H., 2007, Por que Falham os Projetos de Implantação de Processos de Software?. In Workshop um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Software, 3., 2007, Porto de Galinhas/PE. Disponível em: <http://www.cos.ufrj.br/~handrade/woses/woses2007/anais.htm>. Acesso: 01 jul. 2007.

TEIXEIRA, C.A.N, 2007, Um olhar sociotécnico sobre a engenharia de software: o caso do BNDES. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

# CAPÍTULO 5

## La elección de la primera computadora universitaria en Argentina

Pablo Factorovich[*] & Pablo M. Jacovkis[**]

[*] Departamento de Computación, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires; pfactoro@dc.uba.ar.

[**] Departamento de Computación, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, y Departamento de Matemática, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires; jacovkis@dc.uba.ar.

### Resumen

En este trabajo se analizará el proceso de compra de la primera computadora universitaria argentina, la Mercury de Ferranti conocida como «Clementina». La compra e instalación de dicha computadora fue el puntapié inicial en Argentina para la investigación en computación, para dar un fuerte impulso a la investigación en matemática aplicada y para, unos pocos años después, la creación de la primera carrera universitaria de computación. La compra se decidió tras una evaluación llevada a cabo por una comisión de tres miembros: el distinguido matemático Alberto González Domínguez, el poco tiempo después Vicedecano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires Manuel Sadosky y el físico-químico Simón Altmann, que posteriormente retornó a Gran Bretaña, donde había vivido anteriormente, y donde había adquirido experiencia computacional. A lo largo del presente artículo se mostrará cómo dos proyectos aparentemente enfrentados, el desarrollismo y el reformismo, pudieron cooperar en determinados proyectos vinculados a la Universidad Pública.

### Contexto histórico e introducción

Cuando el gobierno del General Perón fue derrocado en septiembre de 1955, el movimiento estudiantil, profundamente opositor a su gobierno, tanto en su versión católica (el humanismo) como de izquierda (el reformismo), pasó a tener un protagonismo muy activo en la vida universitaria, de la cual, hasta 1955, las auto-

ridades los habían excluido por razones políticas. Las nuevas autoridades pusieron en práctica por primera vez en muchos años algunos postulados del movimiento reformista surgido a partir de 1918, sobre todo en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, donde el Decano interventor entre 1955 y 1957, el ingeniero José Babini, distinguido historiador de la ciencia, impulsó la organización departamental de la Facultad, los llamados a concursos de profesores en los cuales se prestaba particular atención a los antecedentes científicos, y la creación de numerosos cargos de profesor con dedicación exclusiva.[i] Muchos de los concursos fueron ganados por personas que, por motivos políticos, habían estado alejados de la Universidad durante gran parte del período de gobierno de Perón, o por personas jóvenes con mucho entusiasmo. A fines de 1957, sin haberse aprobado aún el nuevo Estatuto Universitario por el cual se debería regir la Universidad de Buenos Aires, se eligieron las autoridades universitarias por un período de un año, período en el cual se debía concluir la sanción del Estatuto para la elección de las autoridades definitivas. Resultó electo Rector de la Universidad el Dr. Risieri Frondizi, reconocido filósofo, y Decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales el Dr. Rolando V. García, joven meteorólogo de 38 años que encabezaba al grupo de profesores «reformistas» que querían convertir la Facultad en un centro moderno de docencia e investigación de calidad internacional, y que asumió su cargo el 13 de noviembre de 1957, inmediatamente después de su elección por parte del Consejo Directivo en su sesión constitutiva del 11 de noviembre.[1] El grupo dirigente de la Facultad, encabezado por García, tenía bien claro que la difusión del uso de la computadora en los ambientes universitarios era crucial para el proyecto de universidad actualizada y científica que anhelaban; de hecho, en la primera sesión ordinaria del flamante Consejo Directivo que acababa de elegir a García como Decano, llevada a cabo el 18 de noviembre de 1957, se decidió constituir una comisión formada por los doctores Alberto González Domínguez, Manuel Sadosky y Simón Altmann para que estudiaran la «organización y gobierno del Instituto de Cálculo y presentaran un proyecto de reglamentación y plan de necesidades». Asimismo, el Decano, en su informe al Consejo Directivo, indicó que sería importante estudiar la posibilidad de adquirir una computadora electrónica, cuyo costo estimado podría ser del orden de ocho millones de pesos moneda nacional (al cambio oficial) y que podría ser financiada conjuntamente por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, por la Comisión Nacional de Energía Atómica, por el Instituto Geográfico Militar, por el Servicio Meteorológico Nacional, y por otras reparticiones que necesitaran resolver problemas en sus respectivos campos de especialización. El Dr. García proponía invertir dos millo-

[1] En lo sucesivo, cuando se mencione un acta, ésta se referirá a un acta de sesiones del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, y se indicará la fecha de la sesión cuando correspondiere.

nes de pesos moneda nacional por cuenta de la Facultad. Es decir, la idea era claramente que el Instituto de Cálculo fuera un Instituto de Matemática Aplicada, y que contara con la computadora, poderosa herramienta sin la cual no se podía aspirar a la «modernidad» bajo ningún criterio. Debe recordarse que en nuestro país, a la caída de Perón, no había ninguna computadora, ni pública ni privada: la Argentina estaba al menos diez años atrasada respecto de todos aquellos países que habían sentido el impacto de la aparición de la ENIAC en 1945, y el grupo dirigente de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, convencido de que la ciencia y la tecnología eran herramientas necesarias para el desarrollo de nuestro país, se proponía poner en marcha todas las acciones necesarias para, justamente, desarrollar la ciencia y la tecnología a nivel académico; y no se les escapaba que la computación era uno de los pilares de ese desarrollo. En ese sentido, si bien en no todas las Facultades de la Universidad de Buenos Aires los sectores hegemónicos compartían esos criterios (había en muchas de ellas fuertes núcleos que enfocaban la Universidad a la manera profesionalista, elitista y aristocratizante de las élites hispanoamericanas) su fuerza, su entusiasmo, la claridad de sus ideas y el apoyo estudiantil les permitieron tener una relativa mayoría en el gobierno universitario e instalar como Rector a Risieri Frondizi, imbuido de las mismas ideas, quien ayudó mucho a que el proyecto se llevara a cabo.

Por consiguiente, el flamante (y aún no institucionalizado) Instituto de Cálculo estaba compuesto de hecho por tres personas, y esas tres personas serían las encargadas de estudiar qué computadora podría comprarse.

## La elección de la computadora

De los tres miembros de esa comisión, el que a la larga resultó más influyente en la política informática argentina (y en general, en la política científica, dado que entre 1983 y 1989 fue Secretario de Ciencia y Tecnología del gobierno constitucional del Dr. Raúl Alfonsín, luego de la debacle de la dictadura militar) fue el Dr. Manuel Sadosky, uno de los profesores reincorporados a la Universidad a partir de la gestión de Babini. Sadosky obtuvo primero un cargo de profesor titular por concurso en la Facultad de Ingeniería (cargo que ocupaba cuando fue designado miembro de la Comisión del Instituto de Cálculo), y se desempeñó en la Facultad de Ingeniería y en la de Ciencias Exactas y Naturales hasta que finalmente obtuvo por concurso un cargo de profesor titular regular con dedicación exclusiva de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales a partir de 1959; a fines de ese año fue elegido miembro del Consejo Directivo y en seguida Vicedecano hasta la intervención universitaria del gobierno de Ongania[ii]. Nacido en 1914 y muerto en 2005, era un matemático que se había doctorado en 1940 con una tesis sobre matemática aplicada dirigida por Esteban Terradas, matemático español que se radicó en nuestro país huyendo de la guerra civil y que volvió a su patria poco después de que la guerra terminara. Sadosky había vivido en Francia y en Italia entre 1947 y 1949 y, si bien no había trabajado concretamente con

computadoras, había rápidamente comprendido tanto su utilidad como la enorme influencia que tendrían en el futuro[iii]. Sadosky dedicó buena parte de su tiempo a sentar las bases de la computación en nuestro país, y una de las ideas que tenía al respecto era que la Universidad debía adquirir una computadora. En lo que respecta a la creación del Instituto de Cálculo, idea de la cual fue firme propulsor, Sadosky, como casi todos los primeros cultores de la computación, opinaba que la computadora debía servir como poderosa herramienta para facilitar el cálculo científico, y que por consiguiente el Instituto de Cálculo se debía ocupar de llevar a cabo los trabajos científicos que requirieran el uso de la computadora. La visión de la computadora como facilitadora de tareas administrativas en empresas, públicas y privadas, todavía no tenía la influencia que tendría pocos años después.

El Dr. Alberto González Domínguez (1904-1982) era uno de los más prestigiosos matemáticos argentinos y de amplio reconocimiento internacional; había trabajado, entre otros lugares, en las universidades de Stanford, California en Los Ángeles y Chicago, en el Instituto Poincaré y en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton.[iv] Si bien no era especialista en ningún área matemática directamente relacionada con la informática y no tenía ninguna experiencia computacional, su enorme cultura matemática le permitió comprender rápidamente la importancia de esta nueva herramienta, la computadora, y apoyar todas las acciones que se llevaron a cabo para apoyar este proyecto.

El tercer miembro de la comisión fue el Dr. Simón Leonardo Altmann. Nacido en 1924, había terminado el doctorado en química[v] en 1948 en Buenos Aires, y después de haber sido jefe de trabajos prácticos interino entre 1948 y 1949, se fue en 1949 con una beca del British Council a Londres, donde se doctoró en 1952 en el Departamento de Física Teórica del King´s College de la Universidad de Londres. Volvió entonces a Buenos Aires, y fue ayudante de trabajos prácticos en la Facultad entre 1952 y 1953, pero el cargo no le fue renovado por negarse a adherir al peronismo[vi]. Volvió entonces a Gran Bretaña como asistente de investigación en el Instituto de Matemáticas de la Universidad de Oxford. Durante los años siguientes trabajó activamente en problemas de física computacional, usando intensamente la computadora Ferranti Mark I[2] en Manchester. En ese sentido, primero desarrolló un programa para hallar el campo potencial del ión $Zr^{2+}$ [vii] y luego lo utilizó en diversos trabajos para hacer análisis sobre los iones de titanio. Altmann -que era miembro de ese Consejo

[2] Si bien Altmann se refiere en sus artículos y en la entrevista a la Mark II y este nombre se lo utilizó en forma ambigua para referirse en ocasiones a la Ferranti Mark I y en ocasiones a la MEG, de la descripción que da en la referencia en su artículo sobre el ión $Zr^{4+}$ se puede ver que la máquina no tenía punto flotante y por lo tanto no podía tratarse de la MEG (ver siguiente sección).

Directivo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales hasta que, en la sesión del 13 de diciembre renunció, debido a su designación como Consejero Superior de la Universidad- era el único de los tres que tenía experiencia concreta en computación y en su uso como herramienta de los científicos (más aún: probablemente era la única persona en la Argentina con experiencia en computación), por lo cual su participación y colaboración técnica en esa comisión fueron imprescindibles para que la empresa llegara a buen puerto. Con el nuevo clima que se había producido en la Universidad a la caída de Perón, Altmann había regresado en 1957 a Buenos Aires, y como miembro del Consejo Superior apoyó la propuesta de crear un Instituto de Cálculo y comprar una computadora; su participación en la mencionada comisión era natural. La comisión trabajó hasta fin de julio de 1958, fecha en la cual, debido a algunas discrepancias[viii], Altmann renunció a la Facultad y regresó a Gran Bretaña, donde fue muchos años profesor en Oxford y donde, además de su actividad científica, desarrolló una interesante carrera en temas afines a la historia, la filosofía y la epistemología de las ciencias naturales y la matemática, y publicó varios libros sobre esos temas[ix,x,xi,xii]. De todos modos, la redacción de los pliegos de licitación de la compra de la computadora (tema en el cual la experiencia del Dr. Altmann era crucial; más concretamente, el Dr. Altmann fue en la práctica el redactor de dichos pliegos) ya estaba concluida, y el llamado publicado. Cabe mencionar la velocidad con que se llevó a cabo este proceso, porque la preparación del pliego y su publicación demandaron alrededor de seis meses.

Distintas empresas estuvieron interesadas en presentarse a la licitación y una de éstas, Kraft Bull, presentó quejas formales por el diseño del pliego de licitación, argumentando que este había sido diseñado con la intención de favorecer a la empresa Ferranti. Altmann argumentó en sesión de Consejo Directivo[xiii] que otras empresas también cumplían con los requisitos pedidos y como prueba de ello recibieron distintas presentaciones satisfactorias.[3]

En la licitación realizada a comienzos de 1958 fueron preseleccionadas cuatro firmas: IBM, Remington, Philco (estadounidenses) y Ferranti (británica). Ferranti ofreció dos alternativas de computadora Mercury, con diferente capacidad de memoria; los precios respectivos fueron £152.099 y £194.024. Ferranti ofreció además el pago en cuotas y pagar en pesos una parte, lo cual, dada la falta de divisas presente en la época, era un aliciente importante. En el Consejo Directivo de la Facultad se convino en que la propuesta de Ferranti era la mejor (el Dr. González Domínguez sostenía que

[3] En entrevista por correo, Altmann comenta que Kraft cuestionó la imposición de poder modificar serialmente las instrucciones, pero que él consideraba que esta característica era sumamente relevante.

la computadora de Philco era técnicamente la mejor - era la única a transistores -, pero era muy cara y con pobres condiciones de financiamiento[xiv]), y se discutieron dos alternativas: enviar la recomendación al Consejo Superior de la Universidad de Buenos Aires de adquirir la Ferranti, o simplemente enviar al Consejo Superior la documentación así como estaba, para que el Consejo Superior decidiera (era obvio que se consideraba que tal como estaban formuladas las propuestas el Consejo Superior tomaría la misma decisión que el Consejo Directivo).[xv] Esta última fue la postura finalmente adoptada, y efectivamente el Consejo Superior la aceptó. La computadora elegida fue la Ferranti Mercury de menos memoria, cuyo costo en libras esterlinas fue mencionado y equivalía a u$s 425.877 de la época y más de u$s 3.000.000 actuales, considerando el aumento del índice de precios estadounidense hasta 2007 inclusive. Vale la pena entonces comentar algunas características de la empresa adjudicataria y la computadora adquirida.

## Ferranti Ltd. y la Universidad de Manchester

Ferranti Ltd, empresa vinculada a la electrónica y que en la Segunda Guerra Mundial se había concentrado en la producción de sistemas de control electrónico (radares fundamentalmente), comenzó a desarrollar una virtuosa relación con la universidad situada en la misma ciudad que la firma: Manchester. La relación fue un ejemplo de lo que se haría habitual en los países centrales en la posguerra: universidades desarrollando conocimiento y transfiriendo la tecnología directamente a empresas que llevaban dicho desarrollo a una escala industrial.

Hacia 1948 Fred Williams y Tom Kilburn probaron en la Universidad de Manchester que podían desarrollar un prototipo completamente electrónico con programa almacenado en memoria (primero en el mundo con estas características). Este fue conocido como *Baby* y se dispusieron a crear una proyecto más ambicioso que concluyó en 1949: la Manchester Mark 1 (cuyo nombre coincide con el de la computadora mecánica desarrollada en la Universidad de Harvard y con el del primer Colossus, ambos de 1944, debido a una costumbre usual entre los anglosajones de nombrar a distintos artefactos militares, y a veces también civiles, con este sustantivo) se desarrolló en el marco de un acuerdo con Ferranti impulsado por el gobierno británico.[xvi]

Ferranti tomó el diseño creado en la Universidad de Manchester y haciendo algunas modificaciones menores (agregado de tambor magnético, mayor conjunto de instrucciones, mayor velocidad de multiplicación y, sobre todo, el agregado de las «B-lines» que permitían la modificación serial de las instrucciones de la máquina; en particular se podían utilizar para realizar direccionamiento indirecto a registro, favoreciendo el trabajo con vectores) produjo la Ferranti Mark 1 y la entregó en Febrero de 1951 (esta fue la primera computadora producida para ser vendida, junto con la UNIVAC de Mauchly y Eckert).

Mientras Ferranti mejoraba su máquina cambiando la forma de codificación (el nuevo artefacto se denominó Ferranti Mark 1*), el equipo de Manchester liderado por Kilburn trabajaba en la Meg (por Megacycle Machine), que contaba con aritmética de punto flotante y ejecución de operaciones más eficiente. La versión de esta computadora industrializada por Ferranti fue la Mercury, que como principal diferencia con la Meg contaba con memoria de núcleos magnéticos.[xvii] La cantidad de almacenamiento disponible era de 1024 palabras de 40 bits que podían ser divididas en dos (palabra media) o en cuatro (palabra corta) partes cada una. El tiempo de acceso para el último caso (10 bits) era 10 microsegundos, una operación de la unidad aritmética demoraba 1 microsegundo, la suma en punto flotante 180 microsegundos y la multiplicación el doble.

La Mercury contaba con 4 tambores de 4k palabras cada uno y con período de revolución de 17,28 milisegundos y el consumo, reducido desde la Mark I a la mitad, era de aproximadamente 12 kw (el equivalente a 10 aparatos de aire acondicionados modernos de 3000 frigorías). Esta computadora contaba además con un lenguaje ensamblador (denominado Pig-2) y un lenguaje de alto nivel, a la sazón el primero de la historia, el Autocode, desarrollado por Anthony Brooker (reemplazante de Alan Turing en el rol de líder del área de software del proyecto) y completado en su primera versión en Marzo de 1954 [xviii].

## La financiación de la compra

Independientemente de la elección de la máquina, hubo otro tema que llevó tiempo decidir: quién la pagaba. En distintas sesiones del Consejo Directivo el Decano informó sobre la alternativa de que la computadora la pagara el flamante Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, del cual el Dr. García era a la sazón Vicepresidente. Dicho Consejo había sido creado mientras la comisión trabajaba preparando los pliegos, el 5 de febrero de 1958[xix], por Decreto Ley Nro. 1291 del gobierno militar presidido por el general Aramburu, pocos días antes de las elecciones nacionales que -con el peronismo proscripto- ganó el Dr. Arturo Frondizi, hermano del Rector de la Universidad de Buenos Aires, y la decisión de sus autoridades de hacerse cargo de la compra, relatada muy amenamente por García[xx] significó un considerable alivio a las finanzas de la Universidad. De hecho, al hacerse cargo el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la compra, la Facultad pudo reservar los fondos destinados a la misma para la organización y mantenimiento del Instituto de Cálculo, tal como lo informó oportunamente el Dr. García.[xxi] Antes de eso hubo gestiones ante el Gobierno Nacional (más concretamente, ante el Presidente de la República) para conseguir – en una época de grave escasez de divisas extrajeras – incluir la computadora entre los artículos de primera necesidad para que le fueran otorgadas las divisas correspondientes.

Llama la atención (y la misma situación se dio poco después en las gestiones respecto del nuevo edificio de la Facultad) cómo, a pesar del distanciamiento político entre el Gobierno Nacional y las autoridades universitarias debido fundamentalmente, por un lado, a la autorización por parte del Gobierno Nacional a que las universidades privadas pudieran dar títulos habilitantes (mediante la llamada Ley Domingorena, que ponía en vigencia el artículo 28 del decreto-ley 6.403/55 dictado por el gobierno de Aramburu [xxii, xxiii]) y, por otro lado, a la política del Gobierno Nacional de contratos petroleros con empresas extranjeras, que contradecía lo que siempre había manifestado el Presidente antes de su elección (y que estaban claramente expresadas en su libro[xxiv]) las autoridades universitarias, y en particular el Decano de la Facultad, tenían acceso al Presidente para discutir acciones tendientes a reforzar el potencial científico y tecnológico argentino. Es decir, dejando de lado las diferencias sustanciales ya mencionadas, es posible que el proyecto desarrollista del Presidente Frondizi y los proyectos modernizantes y democratizadores de las autoridades de la Universidad (incluso teniendo en cuenta que el Presidente y el Rector eran hermanos) no estuvieran tan alejados como en esa época, con la pasión del momento, se sostenía.

En concreto, finalmente en la sesión del Consejo Directivo del 13 de octubre de 1958 ya mencionada el Decano informó la finalización de los trámites de compra de la computadora. El sábado 11 el Consejo Superior había aprobado la licitación de una Mercury de precio total 152099/15/0 libras esterlinas, aproximadamente 24.500.000 pesos moneda nacional. Esa mañana (la del 13 de octubre) el Directorio del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas había aprobado, a solicitud de la Facultad, un subsidio por igual suma. El Decano informó que se haría un convenio por el cual el Consejo de Investigaciones dispondría de la mitad del tiempo útil de la máquina. Se planteó qué hacer con los convenios con la Comisión Nacional de Energía Atómica (un millón de pesos), la Comisión de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (medio millón de pesos) y el convenio en vías de efectuarse con el Instituto Geográfico Militar - en el mismo informe el Decano indicó que el convenio con el Servicio Meteorológico Nacional no podría llevarse a cabo. Se informaría a las instituciones correspondientes. La computadora pasaba a ser propiedad de la Facultad.

## La construcción del edificio

Había otro detalle logístico nada trivial: dónde instalar la computadora, cuando llegase. A ese respecto (y con una idea más ambiciosa que solucionar simplemente el problema de la computadora, por supuesto) la Universidad había gestionado la transferencia de terrenos para poder hacer una Ciudad Universitaria. Originariamente se estaba pensando en 6 Ha al lado de la Facultad de Derecho[xxv] pero luego el Decano informó que ya se había adjudicado a la Facultad el

terreno para su edifico propio, unas 16 Ha en Núñez: era una cesión de tierras ganadas al río en lo que es ahora la Ciudad Universitaria, en el extremo noreste de la ciudad de Buenos Aires[xxvi]. Allí se construiría, por empezar, un edificio para los Departamentos de Matemática (al cual obviamente iría a parar la computadora), Física y Meteorología[xxvii]. Ese edificio, el futuro Pabellón I de la Ciudad Universitaria, había sido encargado a la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Buenos Aires, la cual realizó un concurso de proyectos. Habiéndose elegido uno de los concursantes, la Facultad de Ciencias Exactas se propuso comenzar la obra antes del fin de 1958, cuando el Consejo Directivo cesaría en sus funciones con la composición que había participado del proceso de elección de una obra. Es importante hacer notar que, aunque la computadora precisaba ser construida, el edificio debía tener el acondicionamiento necesario para recibirla tan pronto como estuviera lista.

La tarea de comenzar la obra antes del fin de 1958 no era sencilla dados los innumerables pasos burocráticos necesarios para llevarla a cabo. Para la celeridad de esta tarea fueron fundamentales los contactos de las autoridades de la Facultad con las de la Universidad, y a su vez las de ésta con las del Poder Ejecutivo Nacional (recordemos que no sólo el rector era hermano del recientemente electo presidente de la República, sino que este último había declarado reiteradas veces la importancia de una Universidad moderna en su proyecto desarrollista). Por ejemplo, a fines de octubre de 1958 era necesario hacer el llamado a licitación antes del cambio de autoridades. Ya se había negociado un convenio directamente con la Secretaría de Obras Públicas de la Nación que permitiría a la Facultad realizar en forma autónoma (y por lo tanto más veloz) el llamado a licitación para la construcción de los pilotes de los futuros edificios. Ante la renuncia del Secretario Alberto Constantini, se recurrió directamente al Ministro de Obras Públicas Justo P. Villar, quien luego de hablar con el rector de la Universidad y en cuestión de horas, firmó el decreto del Poder Ejecutivo que autorizaba el citado convenio y, gracias a esto, en apenas tres días la licitación se encontraba en marcha. Concretamente, el 30 de octubre el Decano informó sobre la firma del Decreto del Poder Ejecutivo[xxviii] y el 3 de noviembre el Consejo Directivo aprobó el pliego de licitación[xxix]. La velocidad con que se actuaba era absolutamente inusual en un país en el cual la burocracia, sin llegar a los extremos de lentitud actuales, se tomaba habitualmente mucho más tiempo para llevar adelante sus procedimientos.[4] En las actas del Consejo Directivo se pueden ver, de acuerdo a informes del Decano, las vicisitudes de la construcción: el Decano informó el 8 de diciembre que se había aprobado la licitación del pilotaje[xxx], el 16 de febrero de 1959 que habían co-

[4] Toda esta historia se encuentra relatada por el Decano Rolando García en la sesión referenciada en la última cita.

menzado las operaciones de limpieza del terreno[xxxi], el 9 de marzo que se había obtenido la firma del decreto autorizando a la Facultad a licitar el hormigón armado para el nuevo edificio[xxxii], el 13 de abril que se había decidido seguir adelante con la obra y luego solicitar más fondos dado que (debido a la inflación) con el hormigón armado y la mampostería el presupuesto había quedado cubierto en su totalidad[xxxiii], el 7 de marzo de 1960 que se había licitado la última parte del Pabellón I, para el Instituto de Cálculo y los Departamentos de Matemática y Física[xxxiv] (en realidad el Pabellón I también incluyó al Departamento de Meteorología). En medio de todo eso hubo conflictos con la dirección de obra a cargo de la Facultad de Arquitectura, problemas con la resistencia de los pilotes, un litigio con la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires sobre la posesión de los terrenos (de hecho, como dato anecdótico cabe mencionar que, aunque la Nación ya había cedido los terrenos por medio de la ley Ley 16.067 y del Decreto 3.696 del Presidente Frondizi, la escritura final de los terrenos de la Ciudad Universitaria sólo fue firmada el 4 de marzo de 2004, en un acto en el cual los terrenos son cedidos en parte por la Ciudad y en parte por el Estado Nacional[xxxv]). El 5 de diciembre de 1960, cuando ya la computadora estaba en el puerto de Buenos Aires, el Dr. Sadosky informó que «se han cumplido las etapas de la construcción del nuevo edificio en lo que se refiere al Instituto de Cálculo, de modo que la computadora, que ya ha sido desembarcada, podrá ser colocada en el mismo. La parte del Pabellón de Matemática y Física tiene buena parte del hormigón concluida y en la parte de Matemática también la obra gruesa. A principios del próximo año lectivo podrá estar en funcionamiento la computadora. Existe un plan para el trabajo de la computadora, que comenzará en marzo próximo con la llegada del Dr. Zadunaisky».[xxxvi]

## La instalación

La computadora llegó al puerto de Buenos Aires el 24 de noviembre de 1960; luego de unos días en la aduana el 7 de diciembre de 1960 se instaló definitivamente en el Pabellón I, que estaba a medio construir, pero que ya tenía un área lista para recibir la máquina[xxxvii] y, después de un período de puesta a punto, se puede considerar simbólicamente que comenzó a funcionar el 15 de mayo de 1961, fecha a partir de la cual «durante cinco días se dictó un curso intensivo de programación automática para capacitar a los asistentes en el uso de la computadora electrónica que posee la Facultad, mediante el procedimiento de programación llamado AUTOCODE, que permite introducir en la máquina, en forma muy simplificada, complejos problemas de las diversas ramas de la ciencia y de la técnica. La clase inaugural fue presidida por el Decano de la Facultad Dr. Rolando V. García y en ella el Dr. Manuel Sadosky expuso los planes del Instituto de Cálculo que proyecta organizar un servicio nacional de cálculo para facilitar el uso de la computadora por todos los centros científicos y técnicos del país»[xxxviii]. Según el acta de la sesión del Consejo

Directivo del 30 de octubre de 1961, a esa inauguración concurrió el Presidente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Dr. Bernardo Houssay[xxxix]. Ahora bien, en Argentina no había nadie con experiencia computacional: Altmann había regresado a Oxford y la otra persona con experiencia en computación científica (experiencia, a diferencia de Altmann, en uso de IBM) era el Ingeniero Zadunaisky, que justamente estaba por volver de Estados Unidos - donde era Senior Astronomer del Smithsonian Astrophysical Observatory e investigador asociado en el Harvard College Observatory, en Cambridge, Massachusetts - para poder aprovechar la nueva computadora con un plan de trabajo ya previsto (se incorporó al Instituto de Cálculo en marzo de 1961). De hecho, por empezar, en la sesión del Consejo Directivo del 20 de octubre de 1958 el Decano informó que el ingeniero Humberto Ciancaglini, que desde la Facultad de Ingeniería estaba llevando adelante, en paralelo, un proyecto de diseño y fabricación de computadora en nuestro país, estaba dispuesto a asesorar al Instituto de Cálculo y propuso su designación ad honorem (Ciancaglini fue posteriormente Decano de la Facultad de Ingeniería).[xl] Cabe mencionar que no solamente no hubo rivalidad entre ambos proyectos que entorpeciera alguno de ellos (o los dos) sino que, dado que era necesario que un grupo de futuros programadores se entrenara en forma intensiva, Ciancaglini no opuso ningún reparo a que dos de sus ingenieros (Oscar Mattiusi, ya fallecido, y Jonas Paiuk) colaboraran en el proyecto de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales: durante 1961, por un lado, los ingenieros Mattiusi y Paiuk viajaron a Manchester para entrenarse sobre todo en los problemas técnicos de ingeniería de la máquina y, por el otro lado, la señorita Cicely Popplewell, antigua colaboradora de Alan Turing (con quien había tenido una relación no del todo satisfactoria, como puede verse en una de las principales biografías de Alan Turing[xli]) vino a Buenos Aires a dictar cursos para los programadores (de hecho, la señorita Popplewell, de la Universidad de Manchester, dictó las clases teóricas del primer curso intensivo arriba mencionado. Su visita fue financiada por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas). Éstos estuvieron en seguida en condiciones de trabajar intensamente, y así comenzó la actividad del Instituto de Cálculo, y por ende la actividad en computación científica, y en matemática aplicada computacional, en Argentina.

## Los primeros años

La construcción del edificio y la compra e instalación de la computadora se produjeron simultáneamente con un proceso de «institucionalización» del Instituto de Cálculo. En la sesión del 10 de marzo de 1958 del Consejo Directivo[xlii] el Decano Dr. García indicó que era conveniente designar un Director del Instituto con el fin de organizarlo (estaba compuesto, como se vio, por los doctores Altmann, González Domínguez y Sadosky) y propuso en tal carácter al Dr. González Domínguez. Es interesante observar que en esa misma sesión

el Dr. García preveía que el Instituto, «destinado a la matemática aplicada, sería el consultor máximo de la República y quizás de Latinoamérica». Posteriormente, el 14 de abril de 1958[xliii] se contrató al Dr. Sadosky como Subdirector del Instituto de Cálculo, y el 6 de junio de 1960[xliv] se designó a la Dra. Rebeca Cherep de Guber como Secretaria Técnica del Instituto. En esa misma sesión del Consejo Directivo es interesante observar que el Decano informó que la parte del nuevo edificio para el Instituto de Cálculo estaría terminada hacia fines de octubre, y poco después se terminaría la parte de Física y Matemática; informó además que la Universidad de Buenos Aires ya había llamado a concurso para el anteproyecto de Ciudad Universitaria y lo había ganado un equipo realmente destacado integrado por los arquitectos Catalano, Caminos, Picarel y Sacriste. El orden de prioridades de construcción sería: 1) Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, 2) Facultad de Filosofía y Letras, 3) Facultad de Arquitectura. O sea el proyecto ya comenzaba con tres Facultades (de las diez que tenía entonces la Universidad). Una idea de cómo ese espíritu emprendedor desapareció luego del golpe de estado de 1966 lo da el hecho de que la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales sólo pudo mudarse en su totalidad en 1971, y la Facultad de Filosofía y Letras no se mudó nunca.

Finalmente, en la ya mencionada sesión del 30 de octubre de 1961 el Dr. González Domínguez propuso al Dr. Sadosky como Director del Instituto de Cálculo. A partir de ese momento, y hasta su renuncia con motivo de la intervención militar a las Universidades Nacionales después del golpe de estado de 1966, el Dr. Sadosky sería el Director del Instituto interino hasta que el Consejo Superior de la Universidad aprobara, el 24 de noviembre de 1962, la existencia del Instituto de Cálculo como primer Instituto de la Universidad de Buenos Aires según la nueva reglamentación de Institutos que se dio la Universidad. El informe del Dr. González Domínguez incluía además una nómina de trabajos ya realizados por el Instituto de Cálculo en los escasos cinco meses que tenía de funcionamiento (todos obviamente mediante el uso de la computadora) e indicaba que la computadora había trabajado continuamente resolviendo problemas enviados por instituciones del país y también del extranjero (Facultad de Ingeniería de Montevideo y Universidad de Chile).

## Conclusiones

La compra e instalación de la primera computadora universitaria de la Argentina, unida a la obtención de terrenos para la Ciudad Universitaria y a la construcción del primer edificio de dicha Ciudad que preveía especialmente un área para dicha computadora, en medio de una crisis política en Argentina (derrocamiento del gobierno de Perón, gobierno militar, elección de Frondizi como Presidente en un marco de debilidad debido de que amplios sectores de la población lo consideraban ilegítimo, unos porque había llegado a la presidencia gracias a un pacto con Perón que volcó a su favor los votos del proscripto

Partido Peronista, y otros – los peronistas – porque no cumplió dicho pacto) que incluyó que el gobierno de Frondizi gobernó casi todo el tiempo – hasta su derrocamiento en 1962 – con estado de sitio en todo el país, indica una paradoja notable de la Argentina de los años sesenta del siglo pasado: a pesar de todos esos avatares había un entusiasmo por la modernización, por la ciencia, por la tecnología, una creencia de que con esos elementos el país iba a dejar de ser subdesarrollado, y un interés por promover esas políticas, que contrastan notablemente con la falta de ideas análogas en épocas posteriores. Es una ironía que gran parte de las personas imbuidas, en mayor o menor grado, de este entusiasmo, estaban profundamente distanciadas por razones políticas, y ese proyecto haya fracasado definitivamente en 1966.

El reformismo supo conseguir, como proyecto modernizador, un excepcional apoyo del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, de la Universidad de Buenos Aires y del Poder Ejecutivo Nacional; incluso a pesar de rivalidades existentes con el desarrollismo en materia de universidades privadas. Esto se debió en parte a relaciones personales fluidas entre ambos sectores, pero fundamentalmente a la coincidencia sobre el rol que la Universidad debía jugar en nuestro país. El gobierno de Onganía, en cambio, no seguía las mismas premisas, y ese desdén por lo académico fue clave en el desmantelamiento del proyecto reformista de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Sin embargo, algunas de las realizaciones de esa época dejaron huella, y entre ellas justamente se puede mencionar la incorporación de una computadora, míticamente denominada «Clementina» por cierta canción inglesa que se la oyó tararear (gracias a un programa de computadora, por supuesto).

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. Simón Altmann la información suministrada y sus observaciones.

## Notas

[i] Rolando García, La construcción de lo posible, en: Catalina Rotunno y Eduardo Díaz de Guijarro (compiladores), *La construcción de lo posible: La Universidad de Buenos Aires de 1955 a 1966*, Libros del Zorzal, Buenos Aires, 2003, 43-70.

[ii] Acta Nro. 41, 28 de diciembre de 1959.

[iii] Entrevista realizada por Nicolás Babini en el marco del Seminario de Historia de la Informática en la Argentina en SADIO, 2004. Se puede encontrar el video de esta entrevista en los archivos de SADIO.

[iv] http://www.gonzalezdominguez.com.ar.

[v] Tesis de Doctorado: Simón Leonardo Altmann y Rodolfo H. Busch (Director), Oxidación anódica del platino mediante corriente ondulada, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA, 1948.

[vi] Relatos del propio Altmann en una entrevista realizada por correo electrónico y confirmados por su ficha de personal en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

[vii] Simón L. Altmann, «The Self-Consistent Field for Zr 4+», *Proc. Phys. Soc. A* **68**, 1955, 987-993.

[viii] Entrevista por correo electrónico y acta Nro. 24 , 28 de julio de 1958.

[ix] Simón L. Altmann, *Icons and Symmetries*, Oxford University Press, 1992.

[x] Simón L. Altmann, *Is Nature Supernatural?: A Philosophical Exploration of Science and Nature*, Prometheus Books, 2002.

[xi] Simón L. Altmann , *Rotations, Quaternions, and Double Groups*, Dover Publications, 2005.

[xii] Simón L. Altmann y Eduardo L. Ortiz , *Mathematics and Social Utopias in France: Olinde Rodrigues and His Times*.

[xiii] Acta Nro. 22, 14 de julio de 1958.

[xiv] Acta Nro. 20, 26 de junio de 1958.

[xv] Acta Nro. 22, 14 de julio de 1958; en esta sesión se discutieron los precios y condiciones indicados.

[xvi] Geoffrey Tweedale, A Manchester Computer Pioneer: Ferranti in Retrospect, *IEEE Annals of the History of Computing*, **15** (3): 37-43, Jul-Sept, 1993.

[xvii] http://www.computer50.org/kgill/time.html.

[xviii] http://www.computer50.org/mark1/gethomas/manchester_autocodes.html.

[xix] http://www.conicet.gov.ar/INSTITUCIONAL/Historia/historia.php.

[xx] Rolando García, La construcción de lo posible, en: Catalina Rotunno y Eduardo Díaz de Guijarro (compiladores), *La construcción de lo posible: La Universidad de Buenos Aires de 1955 a 1966*, Libros del Zorzal, Buenos Aires, 2003, 43-70.

[xxi] Acta Nro. 31, 13 de octubre de 1958.

[xxii] María del Pilar López, ¿Principalidad o subsidiariedad del Estado en la educación universitaria? La Facultad de Ciencias de la Educación de Paraná y la polémica «Laica o Libre», *Heurística: Revista Digital de Historia de la Educación* **8**, 1-13 (2007). Puede verse en http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/21068/2/articulo1.pdf.

[xxiii] Pablo Buchbinder, *Historia de las universidades argentinas*, Sudamericana, Buenos Aires, 2005.

[xxiv] Arturo Frondizi, *Petróleo y Política*, Editorial Raigal, Buenos Aires, 1954.

[xxv] Acta Nro. 8, 24 de febrero de 1958.

[xxvi] Acta Nro. 28, 15 de septiembre de 1958.

[xxvii] Acta Nro. 34, 30 de octubre de 1958.

[xxviii] Acta Nro. 34.

[xxix] Acta Nro. 35.

[xxx] Acta Nro. 4.

[xxxi] Acta Nro. 10.

[xxxii] Acta Nro. 12.

[xxxiii] Acta Nro. 17.

[xxxiv] Acta Nro. 1.

[xxxv] Información gentilmente cedida por la Dirección de Patrimonio de la Universidad de Buenos Aires.

[xxxvi] Acta Nro. 21.

[xxxvii] *Boletín de la Sociedad Argentina de Cálculo* **1** (2), 1961, p. 3.

[xxxviii] Informativo Nro. 1 del Instituto de Cálculo, 1961.

[xxxix] Acta Nro. 18.

[xl] Acta Nro. 32.

[xli] Andrew Hodges, «Alan Turing: the enigma», Vintage, Random House, London, 1992.

[xlii] Acta Nro. 9.

[xliii] Acta Nro. 12.

[xliv] Acta Nro. 8.

# CAPÍTULO 6

## La computadora electrónica CEFIBA

Humberto R. Ciancaglini[1]

Profesor Emérito de la Facultad de Ingeniería
Lafinur 3383 Dto 12 A. Buenos Aires (1425). Argentina. Teléfono / Fax (011) 4802 - 6298;
hcianca @ fi.uba.ar

### Resumen

Antes de describirse el origen y el desarrollo de la Computadora Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (CEFIBA) se presenta la situación y evolución de la electrónica en la Argentina a partir del año 1939, cuando tuvo lugar el comienzo de la segunda guerra mundial. En la presentación se analiza tanto a las industrias referidas a la radiodifusión y a las telecomunicaciones como a la enseñanza de la electrónica en los niveles secundario y universitario.

Durante el año 1956 y como consecuencia de una activa interacción personal en Europa y del estudio de las actividades que allí se realizaban, se observa la importancia que se daba a la aplicación de las técnicas digitales en el desarrollo de máquinas computadoras. Las prolongadas estadías en laboratorios de investigación y de desarrollo de equipos y componentes electrónicos de importantes empresas europeas permiten justificar lo expresado. De allí nacen las primeras inquietudes, que arrancaron en 1957, para que en la Universidad de Buenos Aires se incursione en los temas de computadoras electrónicas.

Fue así que en el Departamento de Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires se comenzara a fines de 1958 a proyectar, diseñar y construir una pequeña Computadora Electrónica Digital. Aunque en la época en que se comenzó con el proyecto las computadoras electrónicas que se comercializaban en el mercado funcionaban con válvulas electrónicas,

[1] El ing. Humberto R. Ciancaglini fue Director del Departamento de Electrónica de 1956 a 1966 y Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires de 1964 a 1966.

se decidió realizar CEFIBA en forma totalmente transistorizada. Los recursos económicos con que se contaba eran escasos y en varios casos fue necesario recurrir a soluciones singulares, como fue la de modificar una máquina de escribir mecánica proveyéndola de una multiplicidad de solenoides para poder ser accionada electrónicamente y actuar como impresora.

Terminada la construcción y ensayos de CEFIBA, fue inaugurada el 10 de agosto de 1962, a poco menos de cuatro años de haberse iniciado el proyecto. Se señala que el objetivo del desarrollo de CEFIBA no era el de sustituir el uso de computadoras comerciales, sino el de preparar adecuadamente a un grupo de profesionales jóvenes para el proyecto de sistemas digitales electrónicos.

## 1. Introducción

En la década de los años 30 la comercialización de receptores de radiodifusión en la Argentina se realizaba, en algunos casos, con aparatos importados, pero había una gran cantidad de pequeñas y medianas industrias en las que se armaban y comercializaban receptores de fabricación local. Los componentes usados en esas industrias locales eran en parte importados y en parte fabricados localmente. Por ejemplo, los transformadores para las fuentes de alimentación eran en su totalidad de fabricación local, mientras que las válvulas electrónicas eran siempre obtenidas por importación de Europa o de los Estados Unidos de América. Estas mismas características tenían la provisión de equipos de radiocomunicaciones y de los transmisores de pequeña potencia que utilizaban los radioaficionados.

Por otra parte, había componentes que provenían tanto de la importación como de la fabricación nacional. Tal es el caso de los altoparlantes, los resistores de alambre, las bobinas para la sección de radiofrecuencia o de frecuencia intermedia, capacitores con dieléctrico de papel tratado. etc.

La situación cambió fundamentalmente a fines de los años 30 al estallar la segunda guerra mundial. Lo que primero escaseó fueron las válvulas electrónicas, que, como se dijo, eran obtenidas en su totalidad por importación. Como la situación se agravaba progresivamente, un grupo de industriales argentinos del campo de los radiorreceptores formó una sociedad anónima para producir válvulas electrónicas de recepción. La empresa recibió el nombre de SAIRA, acrónimo de *Sociedad Anónima de Industriales de la República Argentina.*

La diferencia de precios con referencia a las válvulas importadas que todavía se podían adquirir era muy grande, pero como no se tenía mucha confianza a la incipiente fabricación local de una industria tan delicada, SAIRA proporcionaba una garantía de un año de buen funcionamiento, contada a partir del momento de su adquisición, para lo cual se sellaba con un sello indeleble, en el momento de ser adquirida, la fecha de compra en el culote de la válvula. Como el mercado fue creciendo, particularmente porque disminuían progresivamen-

te las posibilidades de importación, la empresa holandesa Philips, instalada en Argentina, tomó la decisión de realizar un a planta importante para la fabricación, no solamente de válvulas de recepción, sino también de válvulas de mediana y alta potencia para comunicaciones radioeléctricas y radiodifusión. En estas condiciones se resolvía el problema de la industria nacional de radiodifusión y radiocomunicaciones, aun en esa época de guerra.

## 2. La enseñanza de la *radiotecnia* en la Argentina en la década de los años treinta

Debe señalarse que en la década de los treinta todavía no se había introducido aún la palabra *electrónica,* y se utilizaban los términos *radiotecnia* y *radiotécnica* para caracterizar las técnicas utilizadas en los equipos de radiodifusión, radiocomunicaciones y amplificadores de audiofrecuencia. En la Argentina no había enseñanza en instituciones oficiales, tanto en nivel secundario como en el universitario, aunque sí existían institutos y escuelas privadas que impartían enseñanza de radiotecnia, ya sea en clases personales como por correspondencia. Por otra parte, existían tres revistas publicadas localmente que trataban temas relacionados con la radiotecnia.

Las personas que trabajaban en aquella época en el nivel profesional, tanto en las técnicas de radiodifusión como en la elaboración de equipos de radiocomunicaciones eran ya sea profesionales extranjeros radicados en el país o profesionales argentinos que habían adquirido su experiencia en el exterior, en algunos casos por becas, o por haber sido adiestrados en el exterior por instituciones argentinas o por empresas del exterior. En muchos casos también ingenieros argentinos graduados en otras especialidades, como Ingeniería Civil o Ingeniería Electromecánica, realizaban el esfuerzo de adquirir los conocimientos y experiencia por medio de un aprendizaje autodidacto. Este es el caso del autor de este trabajo.

Después de estallada la Segunda Guerra Mundial, la Armada de la Argentina se encontró con el problema que no podía enviar más al exterior a sus oficiales que debían especializarse en radiocomunicaciones. Fue así que en 1941 y por un convenio con la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, se creó un curso de postgrado de *Ingeniería de Telecomunicaciones,* de dos años de duración. El requisito para ingresar a este curso era el de ser Ingeniero Civil, Industrial o Electromecánico. El Ministerio de Marina becaba a sus oficiales ingenieros para los estudios en ese curso, y también a otros ingenieros que deseaban ingresar en la Marina de Guerra.

El curso contenía, además de las asignaturas de la especialidad de radiocomunicaciones, un curso de *Matemática Superior* y un curso de *Física Moderna.* La Facultad de Ciencias proveyó los profesores para estas asignaturas. Las asignaturas especializadas fueron desarrolladas en parte por Oficiales

de Marina que habían tenido su especialización en el exterior, antes del comienzo de la guerra, y en otros casos por ingenieros argentinos que habían obtenido becas o aprendizaje autodidacta.

## 3. Las décadas de los años 40 y 50

En el año 1942, como todavía Holanda estaba bajo el dominio de los Nazis, la empresa Philips Argentina instaló en Buenos Aires el *Laboratorio de Investigaciones Electrónicas* (LIR) en donde los argentinos pudieron trabajar en alto nivel en temas relacionados con la electrónica y las telecomunicaciones

Terminada la guerra hubo cambios importantes en la enseñanza de la electrónica en los niveles medios y superiores. La Universidad de Buenos Aires, en su flamante Facultad de Ingeniería creó en 1946 una carrera de grado denominada *Ingeniería en Telecomunicaciones* y un año después, en la Universidad Nacional de La Plata se crea en su Facultad de Ingeniería la carrera de *Ingeniería de Telecomunicaciones.*

Además, en los colegios oficiales de enseñanza técnica se organizaron cursos que incluían la electrónica.

El número de pequeñas y medianas industrias electrónicas creció y se incrementó la extensión de la enseñanza de la electrónica. El autor de este trabajo había ingresado al Laboratorio de Investigaciones Electrónicas de Philips en 1943, pero, como resultado de la terminación de la guerra, en año 1947, el LIR fue disuelto por haberse centralizado los trabajos de investigación en Europa. Aunque la Empresa le ofreció que continuara su actividad en el Laboratorio de Radiorreceptores, como el trabajo resultaba algo rutinario renunció al cargo.

En aquella época la Marina de Guerra había adquirido radares para su flota y necesita adiestrar a sus suboficiales con tecnologías referentes a radares. Con tal finalidad organizó un curso especial, de cuatro años de duración, y a través de un concurso comisionó al autor para que proporcionase la enseñanza técnica necesaria. Como esta actividad le llevaba solamente 15 horas semanales y le quedaba un extenso tiempo libre como para continuar con la ejecución de trabajos de investigación radioeléctrica en su propio laboratorio, aceptó el ofrecimiento. Terminado el curso y en circunstancias de haberse creado en Philips Argentina un *Laboratorio de Aplicaciones Electrónicas* en 1952, quien suscribe fue invitado para incorporarse a él en la rama *Aplicaciones Profesionales,* cargo que aceptó y se reincorporó a la Empresa.

En 1956, habiendo ascendido al cargo de *Jefe del Laboratorio de Aplicaciones Electrónicas,* Philips comisionó a al suscripto para que realizase un viaje a Europa con la finalidad de compenetrarse de las actividades de investigación y desarrollo que la empresa tenía no solamente en Holanda, sino en varios otros países europeos. Durante esa misión de cuatro meses tuvo extensas pasantías de

ocho horas de duración diaria en Eindhoven, Holanda, en Hamburgo, Alemania y en Bruselas, Bélgica, además de cortas visitas en Francia, Suiza e Italia.

Como consecuencia de esa actividad pudo observar que, en todos los casos, se daba gran importancia al desarrollo de sistemas que utilizaban técnicas digitales, particularmente en su aplicación en computadoras digitales. Como en esa época ya actuaba como Director del Departamento de Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, y considerando que nada se estaba haciendo al respecto, decidió organizar un grupo con ingenieros jóvenes para incursionar en los temas de las técnicas y computadoras digitales.

Con la finalidad expresada, en el año lectivo de 1957 se formó un grupo de trabajo en el que cada uno de los participantes estudiaba a fondo uno de los temas propuestos en reuniones previas, lo exponía ante los participantes y se realizaban las discusiones. Esas reuniones se tenían efecto semanalmente y además de la exposición de temas y discusiones, se presentaban trabajos de laboratorio referidos al tema que se habían tratado. Como consecuencia de esa actividad, a fines del año 1957 se consideró que se estaba en condiciones de emprender al desarrollo y la construcción de una modesta computadora electrónica digital.

## 4. Ciclo de conferencias sobre computadoras desarrolladas en el Centro Argentino de Ingenieros

A fines del el año 1957 se realizó un ciclo de siete conferencias sobre temas conexos a las modernas máquinas de cálculo. Estas conferencias fueron registradas en cinta magnética y preparadas para su edición por la empresa Remington Rand Sudamericana. Participaron en la realización de estas conferencias el Dr. Manuel Sadosky (Matemático), los Ingenieros Humberto R. Cancaglini, Marcelo Diamand, Sigfrido Lichtental, el Licenciado en Química Michael E. Meyer y los Ingenieros Luis F. Rocha y Felipe R. Tanco.

El ciclo de conferencias fue atendido por una gran concurrencia y la publicación en 1958 de los temas tratados, titulada *Ciclo de Conferencias sobre Computadoras Digitales en el Centro Argentino de Ingenieros,* de 140 páginas de extensión*,* realizada por el Departamento de Tabulación y Electrónica de Remington Rand en 1958, tuvo gran éxito a punto tal que en poco tiempo se agotó y se realizó una nueva edición con una única variante que fue el agregado de la conferencia del Dr. Manuel Sadosky, quien en oportunidad de la primera edición estaba en Europa y no había podido realizar la revisión que había preparado. El texto de la publicación era una introducción bastante detallada de las tecnologías utilizadas en el diseño de computadoras digitales electrónicas.

Fue oportuno el regreso desde los E.U.A. en 1958 del Ing. Felipe Tanco, quien había estado trabajando desde 1954 hasta 1957 como Ingeniero de Diseño en el grupo de la Sección Computadoras de la empresa RCA en los E.U.A.,

precisamente en temas de computadoras digitales. El Ing. Tanco no solamente fue incorporado en el grupo de trabajo de la Facultad, sino que fue designado Director del proyecto y de la construcción de la pequeña computadora.

## 5. Diseño y construcción de CEFIBA

En la época en que se comenzó con el desarrollo de CEFIBA las computadoras electrónicas que se comercializaban eran todas operadas con válvulas. No obstante, se decidió que el proyecto se ejecutaría utilizando transistores, particularmente porque la experiencia adquirida por el Ing. Tanco demostraba que era posible utilizar ventajosamente los transistores en la elaboración de máquinas computadoras.

Durante 1958 el Ing. Tanco, Profesor Adjunto del Departamento de Electrónica, trabajó conjuntamente con los ingenieros Eduardo Ulzurrun y Oscar Mattiussi en el proyecto y desarrollo de la computadora. Posteriormente, en 1960 se inició la construcción de CEFIBA ingresando en el grupo de trabajo los ingenieros R. Criado, Jonas Paiuk, Edgardo Cohen, Noemí Kaplan y Arturo Vercesi y la Licenciada en Matemáticas Srita. Aída Cohn. Durante el período que llevó la construcción, ensayos y terminación de la computadora algunos de los jóvenes profesionales se retiraron del grupo para cumplir otras tareas, como es el caso del Ing. Ulzurrun, quien de ausentó a los E.U.A. para seguir cursos de perfeccionamiento, el Ing. Mattiussi quien empezó a trabajar en una Empresa de servicios públicos y el ingeniero Paiuk quien fue requerido para trabajar en el Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

### Memoria de cilindro magnético

Como se disponía de un presupuesto reducido para la ejecución de la computadora, se intentó realizar en el taller de la facultad una memoria de cilindro rotativo de aluminio, con recubrimiento magnético obtenido por pintado por pulverización de una suspensión de ferrita. Aunque la memoria funcionó, la excentricidad dinámica hacía que con frecuencia las *pistas* se rayaban, por lo que finalmente fue sustituida por una unidad comercial de origen británico.

El cilindro tenía un diámetro algo mayor de 10 centímetros y una longitud de unos 12 centímetros. La capacidad de la memoria era de 4.096 palabras de 32 bits cada una. Una de las pistas del cilindro estaba grabada mecánicamente para proveer los pulsos de sincronización del sistema electrónico, lo que hacía que el período de repetición de tales pulsos fuese del orden de los 50 microsegundos, lo cual permitía operar cómodamente con los transistores de la época en que se desarrolló CEFIBA.

Sin embargo apareció un problema serio por cuanto los transistores utilizados presentaban una gran dispersión en los tiempos de conmutación en las

funciones digitales, lo que obligó a medir las características individuales de cada transistor y aparearlos para su incorporación en cada plaqueta.

## Impresora

Como no se contaba con recursos para adquirir una impresora para computadoras, se utilizó una máquina de escribir mecánica la cual fue modificada incorporándole solenoides que al ser energizados *succionaban* sus núcleos y con su movimiento accionaban mecánicamente los tipos impresores. La computadora transformaba el carácter alfabético o numérico a ser impreso en un pulso de corriente que energizaba la bobina del solenoide correspondiente al carácter a ser impreso

## Tablero electrónico

Para el alojamiento de la fuente de alimentación y las plaquetas enchufables conteniendo las diversas secciones de la computadora se utilizó un armario metálico de dos puertas como los que se utilizan en tableros de instalaciones eléctricas. La parte electrónica estaba contenida en tres bastidores que contenía 275 plaquetas enchufables que cumplían diversas funciones elementales como la de constituir compuertas, registros de desplazamiento, memorias con flipflops, amplificadores de pulsos de corriente para la impresora, etc. La totalidad del sistema electrónico se realizó con 1.405 transistores, 1.661 diodos de germanio, 5.048 resistores, 2.200 capacitores y centenares de metros de alambre de conexiones.

La elección de los transistores en lugar de válvulas electrónicas para el diseño de la computadora disminuyó sustancialmente la potencia utilizada y con ello simplificó los problemas de refrigeración del sistema.

## Entrada de programas

Los programas eran confeccionados en lenguaje de máquina, pero para ser introducidos en la computadora se realizó un compilador que permitía entrar la información al cilindro de memoria por medio de una cinta perforada. La perforación de la cinta se realizaba en una máquina teletipo, El compilador leía el contenido de la cinta perforada y registraba en la memoria de cilindro la información leída.

## Consola de operación

Como consola de operacional se utilizó un escritorio metálico en el que se alojaba la el cilindro de memoria, la *impresora ,* el lector de cinta perforada y una botonera que permitía introducir las palabras de 32 bits directamente al cilindro de memoria.

## Ensayos y presentación de la computadora construida

En julio de 1962 fue terminada y ensayada satisfactoriamente el funcionamiento de CEFIBA, y fue presentada en un acto desarrollado en la Facultad de Ingeniería, con la presencia del Rector de la Universidad y del Decano de la Facultad el día 10 de agosto del mismo año.

Durante la presentación se hizo funcionar la computadora, y quienes habían participado en su diseño y construcción expusieron diversos temas técnicos en los que estuvieron involucrados. El Ing. Ciancaglini señaló que *el objetivo de la construcción de CEFIBA no era el de sustituir la utilización de computadoras comerciales, sino el dar una preparación profunda en los temas de técnicas digitales y del «hardware» a jóvenes ingenieros.*

## 6. El Instituto *de Cálculo* de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires

Mientras en el Departamento de Electrónica se comenzaba a trabajar en 1958 para la realización de CEFIBA, contemporáneamente en la Facultad de Ciencias Exactas y por iniciativas de su Decano, el Dr. Rolando García, quien comisionó al Dr. Manuel. Sadosky para organizar la creación de un *Instituto de Cálculo,* con la idea de promover el uso de computadoras para los investigadores tanto de la Universidad de Buenos Aires como la de otras instituciones.

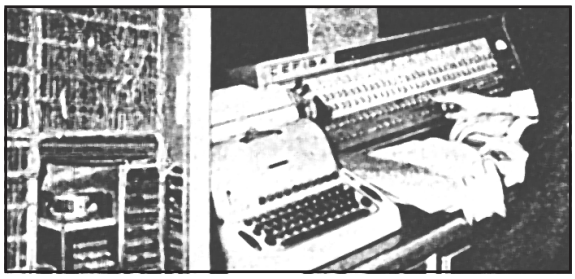
Fue así que cuando se terminó la construcción de CEFIBA, ya se había instalado en el Centro de Cálculo la computadora *Mercury* construida por la empresa británica Ferranti y cuyo costo fue del orden de los U$S 500.000.- de la época. El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas financió la compra de la *Mercury.* Esa computadora, que operaba con válvulas electrónicas y que estaba alojada en un sistema de gabinetes metálicos cuya extensión era de 18 metros, contenía el sistema de refrigeración para disipar el calor producido por la potencia disipada de 68 kW.

Como en la iniciación de las operaciones en el Centro de Cálculo podían aparecer problemas de *hardware,* la compañía proveedora de la computadora comisionó a un ingeniero británico para permanecer seis meses en la Argentina a fin de garantizar el funcionamiento correcto de la Computadora. A pesar de ello, el Dr. Sadosky pidió al Departamento de Electrónica de Ingeniería la posibilidad de proporcionarle alguno de los ingenieros jóvenes que hubiese participado en el desarrollo de CEFIBA, a fin de incorporarlo en el Centro de Cálculo. El Departamento propuso al Ing. Paiuk, quien había tenido una destacada performance en la elaboración de CEFIBA, y comenzó a trabajar en el Instituto de Cálculo.

Los resultados de esta acción fueron inmediatos. Por ejemplo, la entrada de datos a la Mercury se realizaba con cinta perforada de nueve agujeros, pero como casi toda la información computadorizada que se disponía en aquella

época provenía de computadoras electromecánicas que utilizaban las tarjetas perforadas de 80 columnas, no era fácil procesarlas en la Mercury. Para solucionar ese problema se desarrolló y construyó un convertidor electrónico que leía las tarjetas y la información la transformaba en la equivalente a la proporcionada por la cinta perforada. En pocos meses el Ing. Paiuk se interiorizó profundamente del *hardware* de la Mercury, hasta tal grado que el experto británico proporcionado por la Ferranti consideró innecesaria su presencia en el Centro, y retornó a su país antes del plazo programado.

Además, en el Departamento de Electrónica de Ingeniería comenzaron a desarrollarse diversos equipos en los que utilizaban las técnicas digitales, sobre la base de la experiencia adquirida durante el desarrollo de la computadora digital.



Una vista parcial del tablero y de la consola de control de CEFIBA

# CAPÍTULO 7

# COMIC: El primer lenguaje y compilador argentino, desarrollado en el Instituto de Cálculo en 1965

Wilfred O. Durán*; Cristina Zoltan**; Liana S. Lew***;
Clarisa D. Cortés**** & Noemí S. García *****

*Universidad de Carabobo, Venezuela; w.duran@cantv.net
** Universitat Politècnica de Catalunya, España; zoltan@ldc.usb.ve
***ANPCyT, MINCYT, Argentina; liana.lew@gmail.com
****Ministerio de Educación, Argentina; asere@fibertel.com.ar
*****ANSES, Argentina; mimiburgos@gmail.com

## Resumen

Los lenguajes de programación han sido la primera vía para simplificar el uso de las computadoras, permitiendo expresar soluciones automatizables a problemas cada vez más complejos.

En este trabajo se describe el origen, la concepción, el desarrollo y el final de un lenguaje de programación llamado COMIC (COMpilador del Instituto de Cálculo) en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.

COMIC nace en 1965, en un ambiente de aislamiento que se vivía en el Instituto, como un mecanismo para retener en los centros de Argentina a investigadores que buscaban sacar un mejor provecho de esa novedosa herramienta llamada computadora.

Para el momento, la computadora disponible en el Instituto de Cálculo (la Mercury de Ferranti) tenía un lenguaje y compilador (AUTOCODE) y un lenguaje ensamblador (PIG) y los programadores del resto del mundo usaban Fortran o Cobol para el desarrollo de sus aplicaciones.

COMIC incorpora conceptos novedosos para la época como identificadores de variables de longitud ilimitada, matrices como tipo predefinido con todas las operaciones: suma, producto, inversa, etc. Procedimientos y funciones definidos por el usuario. El equipo original seguía trabajando para mejorar las facilidades existentes e incorporar nuevas, cuando las condiciones de

trabajo en la Facultad, en la Universidad y en la Argentina toda cambiaron, y COMIC vio su final en la noche de los bastones largos, evento que marcó un antes y un después en la computación en la Argentina.

## Introducción

Comenzamos por describir la computadora que teníamos en el Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos en 1965, pero construida y equipada con programas en 1960; luego nos ubicamos en el estado de la programación en el mundo en esos años y describimos con detalle el lenguaje de programación que teníamos, AUTOCODE, para documentar los problemas que estaban encontrando los investigadores y programadores usuarios de la máquina nuestra, el modelo Mercury de la empresa Ferranti del Reino Unido. Una vez identificados esos problemas, identificamos la causa de los mismos, la cual era una debilidad fundamental que obligaba a hacer cambios profundos, causados por una decisión aparentemente trivial en su diseño: una selección desafortunada –pero justificada por el uso matemático– de la forma de representar una operación aritmética.

Luego describimos con detalle el lenguaje que desarrollamos para sustituir al anterior, resolviendo los problemas originales y agregando nuevas facilidades, surgidas de la adquisición de nuevos equipos (impresora, graficador) y de nuevas necesidades de los usuarios. Y finalizamos contando cómo se malogró el trabajo por causas ajenas a nuestro control.

## Descripción de la computadora Mercury

Como la describe su fabricante: «Ferranti Ltd. anuncia una nueva Computadora Electrónica Digital de gran tamaño, que será conocida como Mercury. En el diseño de esta computadora el objetivo ha sido producir una máquina la cual, aunque completamente versátil, será utilizada principalmente para desarrollar cálculos de naturaleza científica y técnica.» [1] Veamos ahora algunos detalles que ubican su «gran tamaño» en su época.

**Memoria.** Estaba formada por núcleos de ferrita (un gran avance sobre los tubos Williams usados hasta entonces - un poco más lentos pero de casi nulo mantenimiento) con 4096 palabras cortas de 10 bits (+1 bit de paridad), utilizables como **enteros** (módulo 1024), como **instrucciones** de máquina de 20 bits (7 de código de operación + 3 de modificación + 10 dirección o entero), o como **punto flotante** de 40 bits (10 exponente + 30 mantisa). Como todas las direcciones eran de 10 bits, la unidad de control decidía (según fuese el código de la instrucción) a qué se aplicaba: 1024 números de 40 bits, 1024 instrucciones de 20 bits, o 1024 números de 10 bits. El tiempo

de acceso a una palabra de 10 bits era de 10μseg. Se dispuso originalmente de dos tambores, que luego se extendieron a cuatro de 8192 x 40 bits cada uno. Es decir, hablando en números de 40 bits, la memoria de trabajo tenía una capacidad de 1K y cada tambor 8K. Y estos números eran grandes para su época.[1] El tiempo de acceso a una información en un tambor se medía en milisegundos, pues la velocidad de rotación nominal de cada tambor era de 3000 rpm, que disminuía algo al sincronizarlo con el reloj de los circuitos de la máquina, pues las transferencias se hacían en tiempo real.

**Unidad Aritmética.** Estaba formada por un **acumulador** (A) y siete **registros índices** (B1-B7). En A se realizan las operaciones las operaciones de suma, resta y multiplicación entre números en punto flotante (suma o resta en 180 μseg y multiplicación en 300 μseg). Como todas las instrucciones son de una dirección, A es un operando implícito en las instrucciones aritméticas. Los registros B1 al B7 se usan como subíndices o como contadores. Este uso de los registros no agrega tiempo a las operaciones en A, pues los últimos 3 bits del código de cada instrucción le dicen a A: haga esta operación con el número que se encuentra en la posición 'x + el contenido del registro Bi', B0 siempre contiene 0. B7 es el acumulador para efectuar operaciones entre números enteros de 10 bits. Todas las operaciones con B1-B7 se ejecutan en 60 μseg.

**Unidad de control.** Es la parte de la computadora que lee las instrucciones en la memoria, en el orden en que estén (salvo que se le ordene alterarlo) y las interpreta. Para poder desempeñar esta tarea la unidad posee un registro de **dirección actual**, el cual se incrementa en 1 cada vez que lee una instrucción. Las direcciones de instrucciones se refieren a palabras de 20 bits, y por lo tanto la última instrucción posible en un programa -en dirección 1023- sólo está en la mitad de la memoria, con lo cual, si el programador utiliza las direcciones 512 a 1023 para colocar los datos y los resultados de sus cálculos no habrá superposiciones. Las instrucciones para alterar el orden de ejecución cambian la dirección actual, en forma absoluta o condicional, incluso con operaciones con índices en la misma instrucción, en 60 μseg. Además de las instrucciones para operar con números, la unidad de control tiene en su repertorio instrucciones para hacer transferencias entre la memoria de trabajo y los tambores, para leer datos de la unidad de entra-

[1] Compárese con la IBM 650, fabricada desde 1954 hasta 1962, jubilada en 1969: no tenía otra memoria más que un tambor en el cual había que colocar el programa que se estaba ejecutando y sus datos, con capacidad de 1000 ó 2000 palabras.

da, para mandar resultados a la unidad de salida y para comunicarse con el operador mediante un parlante, dos CRTs y tres filas de 10 pequeñas palancas, todo ubicado en la consola del operador.

**Unidades de Entrada y Salida.** Estas unidades eran las más sencillas, baratas y de tecnología ya probada: entrada y salida de datos y programas con cinta de papel perforada de 5 canales. Quien deseaba introducir un programa, o datos para ser usados por el programa, lo perforaba en la cinta de papel con una de varias perforadoras similares a los teletipos ya usados para enviar telegramas por muchos correos al superarse la era Morse. Más adelante se adquirió una impresora de líneas (un cubo ruidoso de aproximadamente 1 metro por arista) que agregaba 1,50m a los 11,50m que ya tenía la fila de armarios de vestuario con los circuitos. Luego también se adquirió un graficador (plotter), cuando ya existía el COMIC, y uno de los miembros de nuestro equipo (CZ) escribió las funciones necesarias para utilizarlo. El Ing. Jonás Paiuk, Jefe de Mantenimiento de la computadora, diseñó y construyó un convertidor de tarjetas a cinta perforada para poder usar las tarjetas que ya tenían o generaban algunos usuarios.

## Estado del arte de los lenguajes de programación

Hasta 1952 las computadoras existentes se programaban en el lenguaje de cada máquina, al principio «cableando» cada instrucción y luego «almacenando» las instrucciones en los diferentes tipos de memorias que fueron siendo inventadas. En esa época comenzó a surgir la idea de que la computadora «escribiese el programa -en lenguaje de máquina- para hacer los cálculos -escritos en lenguaje matemático- que yo necesito». Existen muchas citas que atestiguan que esta idea fue hecha realidad en diversos lugares en la década de los sesentas. Los primeros que obtuvieron resultados concretos fueron Alick E. Glennie, con R. A. «Tony» Brooker como continuador, bajo la dirección del precursor Alan M. Turing[2] -quienes fijaron el rumbo para la programación en Inglaterra- y -John W. Backus- quién fijó el rumbo para la IBM.

[2] Alan M. Turing (1912-1954), en su trabajo *Sobre Números Computables, con Aplicación al Problema de Decisión*, 1936, reformuló los resultados de Kurt Gödel (1931) sobre los límites en demostración y computación, reemplazando su lenguaje universal basado en la aritmética por lo que ahora se conoce como *Máquinas de Turing*. En 1960-61, en la FCEN de la UBA, se dictaron cursos de Teoría de la Computación, a cargo del profesor Gregorio Klimovsky (1922-2009), matemático y filósofo, donde se usaron máquinas de Turing para demostrar los famosos teoremas sobre completicidad e incompleticidad de Gödel –como él los llamaba; hoy día se emplean más completitud e incompletitud– en los cuales WOD tuvo la suerte de ser alumno.

Alick E. Glennie (1925-2003) [2] programó en 1952 el compilador AUTOCODE para la computadora Mark I construida en 1951 por la Ferranti en colaboración con la Manchester University (MU). Luego colaboró con el equipo de la MU dirigido por Turing, donde Brooker programó las versiones del AUTOCODE para las computadoras siguientes de la Ferranti.[3]

John W. Backus (1924-2007) fue contratado como programador por la IBM en 1950. En 1953 formó un equipo que elaboró y programó el compilador FORTRAN, que fue presentado en 1957. A esta versión siguieron muchas otras, fijando el rumbo de la programación en el mundo occidental y alrededores, dada la presencia de IBM en el planeta, hasta la explosión en el poder de cómputo en los últimos 30 años, y aún hoy empleado en muchos lugares. Antes del FORTRAN, hubo algunos otros ensayos, como el Speedcoding System para la IBM 701, presentado en mayo de 1954. [3]

John McCarthy (1927-) inventó en 1958 el lenguaje LISP (List Processor), con una sintaxis completamente declarativa, el cual ha sido empleado como base para múltiples «dialectos» y aún hoy subsiste, siendo el segundo más antiguo (después del FORTRAN) en sobrevivir.

El lenguaje ALGOL comenzó a ser diseñado informalmente por un grupo de investigadores de universidades y empresas europeas, que decidieron darle un carácter más formal a sus aportes y discusiones en una reunión en Copenhagen el 28 de febrero de 1959, donde fijaron los miembros del grupo y decidieron publicar boletines con los elementos que fuesen aportados, discutidos y enmendados.[4] Compiladores para este lenguaje fueron escritos para diversas máquinas en uso en Europa, pero su difusión en América fue muy escasa. Otros lenguajes y compiladores fueron apareciendo en esa época, como lo muestran notas e informes.[5]

Este es el estado que teníamos en 1965 cuando iniciamos nuestro diseño del COMIC. Lamentablemente, no existían la Internet ni Google, así que nuestra información llegaba muy tardía y fragmentada, las revistas especializadas eran pocas y era difícil saber de su existencia, los libros eran escasos y sólo la librería del Centro de Estudiantes de la Facultad nos conseguía algunos.

## El lenguaje y compilador AUTOCODE

Ya hemos visto el origen y ubicación en el desarrollo de la programación del

[3] Incidentalmente, Brooker, en 1964, ayudó a la fundación del Department of Computer Science de la MU, donde en octubre de 1965 comenzó el dictado de cursos conducentes a un título en Computación Científica, con lo cual este hecho es posterior al comienzo de los estudios en esa especialidad en la FCEN de la UBA. En realidad, esta afirmación es correcta en relación a la creación –en todo el mundo occidental– de carreras conducentes al grado en la especialidad.

lenguaje y compilador AUTOCODE; veamos ahora las características del lenguaje que definen su utilidad y conveniencia de uso.

Los **números** son de dos tipos: **enteros** en el rango –512, +511, módulo 1024, y **reales** (mejor deberíamos decir racionales, pues el número de dígitos no nulos debe ser finito, pero el nombre reales se impuso) en el rango –10^76, +10^76, los cuales podían escribirse en punto fijo o en punto flotante.

Las **variables** que podemos en utilizar se denominan

- **índices,** para valores de tipo entero, empleadas mayormente como subíndices o con-tadores; son sólo 12, y tienen nombre prefijado, las letras i j k l m n o p q r s t
- **variables especiales,** para valores de tipo real, sin subíndice, son 29 y tienen nombre prefijado: a´ b´ ... g´ h´ / u´ v´ ... y´ z´ / a b ... g h / u v ... y z ð
- **variables principales,** para valores de tipo real, con subíndice (o sea, elementos de un vector), pueden usar (en total) hasta 480 registros de memoria, y tienen 14 nombres prefijados: a b c d e f g h u v w x y z ð; debe declararse previamente su dimensión: ej. x>23 reserva 24 registros, x0 a x23; y
- **variables auxiliares,** para valores de tipo real. Están localizadas en la llamada «memoria grande» formada por los tambores magnéticos ya descritos; su número dependía del lugar que ocupasen, del total disponible, de otros habitantes de los tambores (había reglas para saber este número). El «nombre» de cada posición es su dirección en el tambor, comenzando por 0, hasta la última posición disponible. Los números ubicados en estos registros deben ser traídos a la «memoria actual», la de ferritos, para operar con ellos. El mayor uso de estas variables era para efectuar operaciones con matrices; había instrucciones que hacían más «transparentes» las mudanzas de memoria para hacer las operaciones, pero el programador debía llevar muy buena cuenta de la ubicación de sus matrices, además de sus dimensiones.

Las **expresiones algebraicas** se construyen con las **4 operaciones aritméticas,** indicadas en la forma: suma +, resta -, división / y multiplicación por **yuxtaposición de los factores**. También existen 15 **funciones reales** y 3 **funciones enteras** predefinidas que se escriben **önombre(argumento(s))**, cuyos argumentos pueden ser, según el caso individual, expresiones algebraicas, variables, índices. No está permitido mezclar expresiones algebraicas con funciones ni más de una función en las **instrucciones aritméticas.**

El **álgebra matricial** se desarrolla bajo la suposición de que los elementos

de todas las matrices están en **variables auxiliares**, es decir, en los tambores, pues en la memoria actual sólo se dispone de 480 variables principales. El lenguaje provee 23 «funciones» cuyos nombres se identifican con números enteros, desde **φ6** hasta **φ28**, a los cuales siguen, entre paréntesis, dos o más argumentos que identifican variables auxiliares, número de elementos o filas y columnas, involucradas en la operación. Es responsabilidad del programador escoger el número de función apropiado y de la fijación de los argumentos, que pueden ser hasta 5: variable auxiliar donde comienza cada operando, número de filas, columnas o elementos, según sea la operación.

El lenguaje posee un conjunto de **instrucciones de control** que permiten ejecutar las operaciones en el orden que se desee, incluyendo saltos condicionales y ciclos. Para poder referirse a una instrucción desde otra, cualquier instrucción puede ser precedida por una **marca**, en la forma **m) instrucción** donde **m** es un entero en el rango **1** a **127**, que actúa como rótulo de esa instrucción**.**

Dada la estructura de las memorias, el programador debía particionar sus programas en unidades de no más de 832 palabras de 20 bits e iniciar cada una de estas secciones de programa con la directiva **chapter n** y terminarlas con **close**, donde **n** corresponde al sector del tambor donde se almacenaría esta porción de código. Cuando el compilador recibe el **chapter 0** lo guarda en el sector **0**, da por terminada su tarea y comienza la ejecución del programa por su primera instrucción; por esto debe ser leído después de los demás, los cuales pueden ser introducidos en cualquier orden. La instrucción **across m/c** transfiere a la memoria el capítulo **c** y lo comienza a ejecutar en la instrucción marcada **m)** y la **down m/c** hace lo mismo, pero anota la página y la dirección de salida, y si en la página **c** encuentra la instrucción **up** regresa a la instrucción siguiente de la página de donde partió.

El lenguaje no permite la programación de bloques independientes dentro de un programa; había una biblioteca de programas usuales que se identificaban por nombre: **φsen, φlog, φpoly** (las **funciones** ya vistas). El resto de los elementos de esta biblioteca se identificaban con la directiva **programme-n** en la cual **n** es un entero en el rango 501-1023. Esta biblioteca de programas fue elaborada por usuarios de las computadoras Mercury, comenzando con el CML de la MU, donde se originó el lenguaje Autocode. [6]

## El proyecto COMIC

A mediados de la década de los sesentas, en el Instituto de Cálculo, se estaban manifestando las carencias del lenguaje AUTOCODE para expresar en forma «amistosa» las cada vez más complicadas fórmulas y ecuaciones que los científicos estaban empleando, –tal vez por la existencia de las computadoras – desde la rigidez en los nombres de las variables («¿por qué no puedo llamar PBT al Producto Bruto Interno y POBT a la Población Total para saber de qué estoy hablando al

analizar mis fórmulas?»), la escasa flexibilidad para escribir las instrucciones («¿por qué no puedo usar paréntesis, en lugar de desmembrar mis fórmulas en pequeños trozos y darles a cada uno otro nombre para luego ir reuniéndolos?»), hasta el engorro para realizar operaciones con matrices y vectores.

Desde su ingreso al IC como programador novato, W. O. Durán (WOD) estuvo interesado en saber cómo funcionaba el compilador AUTOCODE, del cual sólo se conocía un manual [7] y podía eventualmente imprimirse su código objeto. Este interés lo llevó a una larga y penosa tarea de lo que se denomina «ingeniería en reversa del código» -actualmente prohibida por las grandes empresas que «licencian» sus programas- que comenzó con la introducción en la máquina de pequeños programas con diversas instrucciones cuidadosamente escogidas para ver como las compilaba.[4] No existía aún bibliografía donde pudiese estudiarse este tema tan nuevo. El conocimiento adquirido por este estudio le permitió saber cómo escribir programas en forma más eficiente, sobre todo con respecto al espacio ocupado en memoria, y convertirse en consultor de otros. Además, como prueba de haber aprendido algo, hizo algunos cambios en el compilador que resultaron bien y fueron incorporados al mismo.

Si reunimos la información presentada en los dos párrafos precedentes, no debe extrañar que, al reunirse el Dr. Oscar Varsavsky (quién dirigía la fuerte Sección de Economía Matemática del IC) con el Dr. Sadosky, le solicitara que tratara de facilitar su trabajo, pues la comunicación de los economistas, sociólogos y estadísticos de la sección con la máquina se veía fuertemente afectada con cosas tan triviales como los nombres de sus variables, y de los programadores de la sección que eran los intermediarios entre ambos lados, con la posibilidad de errores constantes al tener que escribir o cambiar los diversos programas que se generaban. Como consecuencia de esta reunión, el Dr. Sadosky le preguntó a WOD si se animaba a encarar la t area. La respuesta fue afirmativa, por no saber en qué problemas se podía meter.

Y así comenzó todo. La Sección Programación, dirigida por WOD e integrada por C. Zoltan y C. D. Cortés, cambió su nombre a Sección de Sistemas de Programación, se mudó a una oficina mucho más amplia, en la cual se hizo una pizarra del piso al techo para poder tener a la vista la totalidad del diagrama de flujo del programa. También obtuvimos el préstamo -temporal, no cesión permanente- de las programadoras L. S. Lew y N. S. García de la Sección Economía Matemática, las cuales sabían por experiencia personal los problemas que causaba el lenguaje.

---

[4] Recuerda WOD que en diversas oportunidades, al cruzarse con el Dr. Sadosky, quien era un reputado especialista en Cálculo Numérico desde antes de la era de las computadoras, le preguntaba «¿Ya averiguó cómo calcula el seno?» y la respuesta siempre era negativa, pues su interés era la parte lógica del compilador, no la parte numérica.

Y así terminó todo: «Oscar Varsavsky (…) iba en camino de convertirse en un experto en «modelos de experimentación numérica en computadora», como él mismo prefería llamar a los más generalmente designados «modelos matemáticos», que son representaciones matemáticas de un sistema o proceso real (...) Varsavsky reunió a jóvenes estudiantes y graduados como (...) Liana Lew, Noemí García, (...) economistas como Arturo O'Connell y A. Fucaraccio, sociólogos como Jorge Sábato y estadísticos como Víctor Yohai para intentar la modelización de los flujos de bienes y servicios que constituyen un sistema económico. (...) A pedido de Varsavsky y para superar las limitaciones del Autocode en el desarrollo del modelo econométrico, Wilfred Oscar Durán diseñó y redactó, entre 1965 y 1966, con la colaboración de Ana Cristina Zoltan [y] Clarisa Cortés, (...) un lenguaje y compilador que denominó COMIC (COMpilador del Instituto de Cálculo), que fue la primera experiencia de software de base en la Argentina.» [8]

Ahora había que trabajar...

## El lenguaje y compilador COMIC

Un programa compilador incluye dos partes bien diferentes, que podemos llamar **«traductor»** y **«biblioteca numérica».**

El traductor lee y analiza todas las instrucciones que el usuario escribe para determinar si están ajustadas a las reglas establecidas y las traduce por su equivalente en lenguaje de máquina. Es una actividad eminentemente lógica: ningún cálculo de los pedidos por el programador se hace hasta que la traducción finalice.

La **biblioteca numérica** contiene todas las «rutinas» que son llamadas por el programa generado por el traductor para hacer todos los cálculos que la unidad aritmética no puede hacer directamente (en la Mercury sólo hace la suma, resta y multiplicación). Veamos primero como está formada la biblioteca numérica.

En AUTOCODE las funciones más corrientes tenían nombre mientras las menos frecuentes se identificaban con números. El código de las más frecuentes residía en memoria principal, mientras las otras de biblioteca se traían del tambor cuando se requería. El programador podía hacer sus propios subprogramas y usarlos empleando el sistema de paginación del mismo. Antes de la existencia de las computadoras electrónicas, los cálculos se hacían con calculadoras mecánicas, con la ayuda de tablas entre las que destacan [9] y con fórmulas aproximadas diseñadas por los especialistas en cálculo numérico; era una tarea pesada, tediosa, y propensa a los errores.[5] Al comenzar la era

[5] WOD en 1962 hizo con la Mercury un trabajo de cálculo de coordenadas Gauss-Krüger, el cual fue un juego al lado del mismo trabajo que había realizado diez años antes como calculista en el Instituto Geográfico Militar, usando una calculadora mecánica Friden. Los mismos cálculos los hacían dos personas y luego se comparaban las planillas, como método para encontrar errores.

de las computadoras digitales se produjo un cambio de metodología en los métodos numéricos, con nueva bibliografía. [10] Este libro fue consultado por nuestro equipo; determinamos que los procedimientos empleados en el AUTOCODE eran lo suficientemente aproximados y se conservó prácticamente toda su biblioteca numérica.

Los principales inconvenientes que los usuarios del lenguaje AUTOCODE denunciaban eran

- la rigidez en los nombres de las variables - una letra;
- no se podían escribir fórmulas algebraicas complicadas - faltaban los paréntesis;
- el engorro para efectuar operaciones matriciales - direcciones y funciones son números.

Los dos primeros problemas se debían a la decisión por parte de los creadores del lenguaje de la **yuxtaposición de los factores** para indicar la multiplicación en las expresiones algebraicas. Esta decisión, unida a la de que los paréntesis sólo se emplearan para agrupar las operaciones en subíndices limitaba enormemente las expresiones admisibles. El cambio de la «yuxtaposición» por un «separador» -como para las otras operaciones- elimina el problema, pero esto significa un cambio total del traductor. El escogido fue el ahora corriente «*» asterisco, introducido por el FORTRAN. El árbol de decisión del traductor es más simétrico y permite emplear «palabras» donde antes sólo podían usarse «letras» y el uso más racional de los paréntesis, que ahora pasan a ser dos separadores más.

Este cambio también facilita resolver el tercer problema: ahora las operaciones matriciales pueden escribirse más matemáticamente; las matrices ahora pueden tener nombres, no direcciones en los tambores. Sus dimensiones se declaran y no se pasan como parámetros en las operaciones. Como ahora las operaciones entre matrices usarán símbolos ( +, -, ***, ’,** ^ ) que podrían confundirse con sus homónimos con variables reales, creamos una nueva «seudofunción» que llamamos **φM** definida como «mi argumento es una operación matricial», por ejemplo: **φM(a=b^-1*c),** que resuelve **n** sistemas de ecuaciones lineales, si **b** es cuadrada y **a** y **c** tienen **n** columnas.[6]

[6] Aclaración de los compiladores: o sea, siendo a, b, c: nxn, el i-esimo de los n sistemas esta compuesto por la i-ésima columna de a (los resultados de las incógnitas), la matriz cuadrada b de los coeficientes (iguales para todos los n sistemas) y la i-ésima columna de c (los términos independientes de la i-ésima ecuación).

Otra ventaja: al pasar la responsabilidad de la ubicación en los tambores y del control de las dimensiones al traductor y a su biblioteca numérica se optimizan las transferencias de y a los tambores, que tienen un tiempo de acceso de un orden 10000 veces mayor al de la memoria actual.

Si bien procuramos hacer al COMIC lo más parecido posible al AUTOCODE, para facilitar la mudanza a quienes ya usaban éste, obviamente -como en el párrafo anterior- los cambios fueron importantes; describamos ahora los mayores.

Los nombres de las **variables** son definidos por el programador, pudiendo emplear las 26 letras del alfabeto inglés y los dígitos del 0 al 4, comenzando con una letra; sólo los primeros 6 son significativos, pero el nombre puede tener hasta 56. La única excepción corresponde a las **variables lógicas,** que tienen prefijado el nombre **£,** seguido por un subíndice. El lenguaje no tiene palabras reservadas: las **palabras del lenguaje** son precedidas por el símbolo **φ** para distinguirlas de las variables[7]; casi todas definen **funciones, instrucciones** o **directivas,** pero algunas indican constantes, como **φV, φF** y **φI,** las cuales corresponden a los valores **verdadero, falso,** y la **matriz unidad,** respectivamente.

Los tipos de variables existentes son las 54 **enteras** (ex-índices, 12)[8], **reales** (ex–especiales), **vectores reales** (ex–principales), 80 **lógicas** (no existían), todas residentes en la memoria actual, las **matrices** (ex–auxiliares) y los **vectores matriciales** (o matrices tridimensionales, no existían) todas residentes en los tambores. Todas las variables (menos las lógicas) deben **declararse** antes de ser usadas, con las directivas **φventeras, φvreales, φvectores** y **ömatrices,** declarando sus nombres y dimensiones.

Las **expresiones algebraicas** se construyen con variables y constantes y los símbolos **+ , - , *,** / y ^ (potenciación). Precedencias: (1) ^ (2) * y / (3) + y - . Las alteraciones a este orden se obtienen usando paréntesis; se permiten hasta 25 niveles de paréntesis anidados. En las expresiones algebraicas se permiten operaciones entre operandos reales y/o enteros; si el resultado debe colocarse en una variable entera el resultado se trunca. La mayoría de las **funcio-**

---

[7] Todas las palabras del lenguaje están en idioma castellano, aún cuando (para las palabras ya existentes en AUTOCODE) admitía como sinónimos las del AUTOCODE, para facilitar la transición.

[8] Pudimos aumentar bastante el número de variables enteras gracias al Ing. J. Paiuk, quién vino a vernos para preguntar si nos interesaría que pudiésemos operar con números de 10 bits en la segunda mitad de la memoria; ya pueden imaginarse la respuesta que recibió... Lo hizo de una manera muy sencilla para el programador: «cableó» (delicias de no trabajar con chips) dos nuevas instrucciones «escoger segunda mitad» y «regresar a la primera mitad» (que es el estado inicial al comenzar a ejecutar un programa).

**nes** admiten como argumentos expresiones aritméticas encerradas entre paréntesis. Las **instrucciones aritméticas** se escriben:

**variable = expresión algebraica** o **variable = función.**

En el COMIC se agregaron **variables lógicas** con las **operaciones lógicas** (Booleanas) y **constantes lógicas: φV** (verdadero), **φF** (falso). Las expresiones lógicas eran similares a las de los lenguajes de programación actuales salvo que las expresiones que involucraban los operadores = **.** = , >, > , (comparaciones aritméticas) estaban precedidas de un = . Por ejemplo: se desea guardar para uso futuro la respuesta a ¿la ecuación de segundo grado ax^2 + bx + c = 0 tiene dos raíces reales y diferentes? Podemos usar la siguiente **instrucción lógica: £(5) = (= a = 0) * (= b^2 – 4 * a*c > 0)**.

Veamos ahora el **cálculo matricial** que tenemos disponible en COMIC. Todas las operaciones pueden emplearse tanto con **matrices** como con **elementos de vectores matriciales**. Si se desea efectuar una operación con todo el **vector matricial** basta con hacer un **ciclo** alrededor de la operación hecha con uno de sus elementos. Las limitaciones de espacio impusieron las siguientes restricciones:

- en ninguna instrucción se permiten más de dos operandos.
- en algunas operaciones no se permite reemplazar uno de los operandos por el resultado.

Las operaciones son

**Combinaciones lineales**: **öM ( A = ±x * B ± y * C )** donde **x, y** son escalares, puede faltar cualquiera de los componentes, y **C** puede reemplazarse por **öI,** que representa a la familia de constantes **matriz unidad.**

**Trasposición: φM ( A = B' )**

Inversión: φM ( A = B^-1)

**Multiplicación: φM ( A = B * C )** donde se admiten las variantes

**φM ( A = B^-1 * C )** y **φM ( A = B * C' ).**

**Determinante: φM ( x = φdet ( A ))** donde **x** es una variable real o entera.

**Diagonal: φM ( A = φdiag ( B ))** donde **A** es una matriz de una fila o una columna.

La factibilidad de las operaciones es controlada por el compilador.

Ejemplo: el modelo de Leontiev, que responde al sistema lineal representado por (I – A).X = D; se puede resolver con las instrucciones: **φM ( A = -A + φI )** ; **φM ( X = A^-1 * D )**.

El sistema de **marcas** de instrucciones del AUTOCODE fue conservado, mejorando las **instrucciones de control** y **paginación**. A los **saltos condicionales** se les agregaron otros con varias formas para las condiciones, especialmente para admitir el uso de las variables y expresiones lógicas.

Se diseñó la forma de escribir **rutinas** en forma independiente del resto del programa. Es un trozo de código precedido por la directiva **φrutina n** (entero de **1** a **1023**) y terminado por la directiva *. Debe incluir la instrucción **φvolver** para retornar al lugar de llamada. Cuando el compilador está traduciendo el programa y encuentra **ö rutina n** deja de traducir, guarda en un lugar temporario todas las instrucciones hasta encontrar la línea con * y reanuda su traducción normal; al terminar ésta, compila la rutina y la coloca en cada capítulo del programa (una vez por capítulo) donde se la mencione con una de las instrucciones **φarutina(n)** o **φarutina(n/p)** donde **p** es una marca en la rutina.

A las instrucciones para la **entrada de datos** y la **salida de resultados**, ambas por cinta perforada, se les agregaron nuevas instrucciones para flexibilizar el uso del teletipo y agregar todas las operaciones para la interacción con la impresora de líneas recientemente comprada, incluido el formateo de las líneas, alterable dinámicamente.

Las instrucciones para la **salida gráfica de resultados** para emplear el graficador (plotter) adquirido por el IC, fue el primer aporte por un alumno avanzado en la carrera (CZ) de su trabajo de grado al COMIC. CZ programó las instrucciones para controlar este equipo, diferente a lo conocido por nosotros hasta entonces (salida analógica, no digital). Para simplificar el trabajo del usuario, se llevó la programación al punto en que bastaba una sola instrucción de COMIC para graficar una función, dando el número de la rutina que calculaba los puntos que definían la curva, la escala y el modo de dibujar (puntos, líneas, símbolos).

Y así terminó todo...

## Vida del lenguaje

Cuando se produjo el golpe de estado en junio de 1966 nuestro equipo seguía trabajando en el compilador COMIC, el cual no dimos por terminado nunca. Entre las mejoras que estábamos intentando implementar, se encontraban las dimensiones dinámicas de las matrices, las cuales se podían hacer con las herramientas que ya existían, pero no era cómodo para el usuario no iniciado; las funciones recursivas, para las cuales se estaban implementando unas tablas de retornos internas, donde se anotaba una sola vez cada dirección de retorno, acompañada por un contador de veces usadas, que funcionaba muy bien con recursiones sencillas como el factorial, con un solo punto de retorno interno, pero se complicaban con las que tenían varios puntos de retorno, como, por ejemplo, los números de Fibonacci, y algunas otras cosas.

Para finalizar esta exposición, WOD solicita la palabra al resto del equipo:

El día 26 de julio de 1966, tenía en mi escritorio un rollo de cinta perforada, con varios «remiendos» de inserciones posteriores, rotulada **«COMIC – CINTA MAESTRA | NO USAR EN CONSOLA | 2/5/66 INCLUYE öGRAFICAR»** y decidí ir a la computadora para hacer nuevas cintas del COMIC y del AIC. Antes de hacerlas, en charla con MS, le pedí permiso para cambiar el «NO ANDA» que el COMIC imprimía al terminar de listar los errores en un programa que se intentaba compilar, por «NO ANDA, MI GENERAL» para ser respetuosos con quién lo suplantara, pero, sonriendo, se negó. Todavía tengo los rollos; los guardé porque nuestra salida del IC, con la visión optimista que nos contagió el Dr. Sadosky, pensamos que no podría ser muy duradera; para mí, 40 años (¿existirá aún una lectora de cinta perforada?). Otra anécdota de rollos. Unos tres meses después, otro ex-miembro del IC me dijo que alguien lo había llamado para avisar que el nuevo Secretario de la Facultad quería que fuese a verlo o me mandaba a buscar con la policía. Ante tan convincente invitación, fui. Tomando un papel de su escritorio me dijo que faltaba el «original inglés» del COMIC, y como yo era el responsable de esas cosas en el IC, quería que se lo entregara. Casi riéndome le dije que no había original inglés porque ese programa lo había escrito yo, y agregué que el Copyright lo había hecho a mi nombre, no al IC, (no existía Copyright para programas entonces…) y tenía que pensar si se los iba a dejar usar. Me echó de su oficina no muy académicamente.

Las integrantes del equipo LSL y NSG presentaron sus trabajos de grado con aportes a COMIC.

El día 29 de julio de 1966, por la tarde.

En la sede de la Facultad, Perú 222.

Donde por la noche apareció la Policía Federal.

Con los bastones largos.

Venían a informarnos de la «ley» 16912.

Y ya nadie se acuerda de qué trataban los trabajos aprobados. Ni del COMIC.

Y yo escribo esto llorando. Porque soy un viejo sentimental.

## Bibliografía

**Nota:** la existencia de los vínculos indicados abajo con el contenido referido ha sido verificada el 24/5/2009.

[1] Traducido del folleto *An Introduction to the Ferranti Mercury Computer,* April 1956

[2] Ver http://www.softwarepreservation.org/projects/FORTRAN/paper/Glennie-Automatic_Coding-1952.pdf

[3] Ver http://www.softwarepreservation.org/projects/FORTRAN/paper/Backus%20and%20Herrick%20- %20Speedcoding%20-%20ONR%201954.pdf

[4] Ver los 52 boletines en http://archive.computerhistory.org/resources/text/algol/algol_bulletin/ Ver un reporte completo sobre el ALGOL 60 en http://www.masswerk.at/algol60/report.htm

[5] Ver http://www.softwarepreservation.org/projects/FORTRAN/paper/Laning%20and%20Zierler%201954.pdf

[6] En la pág. 41 de [7] está la lista de usuarios de Mercury en los años sesentas

[7] Ver el Manual en http://elgranerocomun.net/IMG/pdf/El_Lenguaje_AUTOCODE.pdf

[8] Tomado de N. Babini, en *LA INFORMATICA EN LA ARGENTINA 1956-1966*.

[9] British Association for the Advancement of Science, *Mathematical Tables, Vol 1,* 1946. NBS, M. Abramowitz y I. Stegun (editores), *Handbook of Mathematical Functions*, 1964

[10] C. Hastings Jr. con J. Hayward y J. Wong, *Approximations for Digital Computers,* 1955

# CAPÍTULO 8

## Continuidad formal y ruptura real: la segunda vida de Clementina

Raul Carnota* & Mirta O. Perez**

* (UNTREF-Proyecto SAMCA); rcarnota@fibertel.com.ar
**(Proyecto SAMCA); mini.perez@yahoo.com.ar

### Resumen

En 1961, con la instalación de una computadora Mercury Ferranti (MF) popularmente conocida como Clementina, y en el marco de un proceso renovador de la vida académica en Argentina, se puso efectivamente en marcha el Instituto de Cálculo (IC) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, un centro de investigaciones de punta, de formación de profesionales y de servicios a la comunidad. El golpe de estado militar y la consiguiente intervención a las Universidades Nacionales en 1966 produjo un quiebre que, en muchos relatos posteriores, aparece como el final del IC y de Clementina, supuesta víctima de «un final tan brutal como indigno: fue destruida totalmente». La realidad es que la MF siguió en actividad por otros cuatros años, una verdadera proeza dada su vetusta tecnología y la inexistencia, de repuestos esenciales y que el IC continuó formalmente con todo su rango de actividades. Sin embargo, la carencia de un proyecto transformador, en un momento de grandes cambios científicos y tecnológicos para la disciplina, hizo de esta «sobrevida» un signo de decadencia. En este trabajo, a partir del análisis de los documentos de la época y testimonios de los protagonistas, queremos desmitificar la idea del quiebre de 1966 como «destrucción física», para mostrar un panorama histórico mas complejo, pero mas real, en el que la continuidad formal en el tiempo es testimonio de una profunda ruptura.

### Introducción: antes de los bastones

Como es ampliamente conocido, a fines de la década de 1950, en el marco de un proceso renovador de la vida académica en Argentina, se proyectó, en la

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCEyN-UBA), con el liderazgo de Manuel Sadosky, la creación de un centro de cálculo científico, que fue denominado Instituto de Cálculo (IC), provisto de una computadora, siguiendo el modelo del existente en Roma desde unos años antes. En 1961, al instalarse en la flamante Ciudad Universitaria de Buenos Aires la computadora Mercury Ferranti (MF), más conocida como Clementina, este proyecto ya estaba en marcha. Los primeros años de existencia del IC dieron lugar al florecimiento de la investigación, la formación de profesionales y el aporte al medio social, en especial al sector público. Sobre esta época hay diversos testimonios y trabajos de investigación.[1] Para los objetivos del presente trabajo queremos señalar dos cuestiones:

La Clementina, primera computadora académica de Argentina, había quedado rezagada tecnológicamente en los casi tres años transcurridos entre la decisión de su compra y su instalación.[2] Si bien poseía una arquitectura avanzada, sus circuitos utilizaban válvulas, tecnología que ya había sido reemplazada por el transistor.[3] Sin embargo, a pesar del limitante técnico, en el período

---

[1] Jacovkis, P.M., «The First Decade of Computer Science in Argentina», 2006, en IFIP Internacional Federation for Information Processing Volumen 215, History of Computing and Education 2(HCE2), ed. J. Impagliazzo, (Boston: Springer).
Babini, N., «Some Aspects of the Argentine Reception of the Computer», 2006, en IFIP Internacional Federation for Information Processing Volumen 215, History of Computing and Education 2(HCE2), ed. J. Impagliazzo, (Boston: Springer).
Berdichevsky, C., «The Beginning of Computer Science in Argentina», 2006, en IFIP Internacional Federation for Information Processing Volumen 215, History of Computing and Education 2(HCE2), ed. J. Impagliazzo, (Boston: Springer).
Aguirre, Jorge. «El Desarrollo Académico de la Computación en la Argentina y la cooperación Latinoamericana». Conferencia Latinoamericana de Informática CLEI 2004. Arequipa, Perú octubre de 2004, ISBN9972-9876-2-0,
Garcia Camarero, Ernesto. «Algunos recuerdos sobre los orígenes del cálculo automático en Argentina, y sus antecedentes en España e Italia». Revista Brasileira de História da Matemática -Vol.7 n. 13. abril/2007.

[2] Entre 1957 y l 958, se definió el proyecto, se elaboró el pliego de licitación para la compra de la máquina y se obtuvo un subsidio del Consejo de Investigaciones (CNICT). Luego de adjudicada, y mientras la computadora estaba siendo fabricada se organizó el IC. Finalmente la MF llegó al puerto de Buenos Aires en noviembre de 1960 y se terminó de instalar en mayo de 1961.

[3] «La Mercury Ferranti, cómo se denominara el modelo comprado, era un rediseño sobre la famosa Mark I de Manchester. La baja fiabilidad de la Mark I hizo que el esfuerzo de diseño pasara por mejorar la memoria rápida, que pasó de tubos (de Wiliams, nota de los compiladores) en la Mark I a memoria de núcleos de ferrita en la Mercury; y los tambores de almacenamiento. A pesar de que la memoria de núcleos era de más baja velocidad, la máquina en sí tenía características avanzadas para la época, cómo su velocidad de cómputo,

que va desde su instalación en 1961 hasta la intervención a las Universidades decretada por la dictadura militar en 1966, el IC supo aprovechar al máximo sus potencialidades y desplegó actividades de investigación, de apoyo a la docencia y de prestación de servicios a terceros, principalmente entidades públicas. Así lo afirmaban sus autoridades a inicios de 1966:

> *«Los grupos de trabajo actualmente constituidos en el Instituto de Cálculo son los siguientes: a) Economía Matemática...que ha avanzado mucho en el estudio de un modelo de simulación para la economía argentina. Este grupo ha resuelto difíciles problemas de econometría para el Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE). Una demostración del prestigio que este grupo ha adquirido está dada por el encargo...de un modelo de economía de la República de Chile. b) Cálculo Numérico...Por encargo de la Unión Astronómica Internacional ha realizado los cálculos relativos a la trayectoria del cometa Halley. Ha iniciado una estrecha colaboración con experimentadores en biología y medicina... c) Estadísticas, especializado en el diseño de muestras. Es el grupo asesor del CONADE y del INTA...d) Programación e Investigación Operativa. Ha resulto todos los problemas de programación de los trabajos que le han sido encomendados... colabora con la Secretaría de Energía de la Nación... e) Mecánica Aplicada...hacen investigaciones tecnológicas. Aplicando los procedimientos de la experimentación numérica se han resuelto difíciles problemas de hidráulica. Se han ideado procedimientos operativos para el cálculo de estructuras. f) Ingeniería Computacional: su mayor éxito ha sido la construcción, íntegramente nacional, de un convertidor de tarjeta-cinta...»*[4].

---

de 1MHz; registros de uso múltiple (B-lines) y el ya mencionado lenguaje de alto nivel (Mercury Autocode) que en 1957 competía con ventajas con FORTRAN, cuyo primer compilador fue lanzado en ese año. Sólo se produjeron diecinueve computadoras del modelo Mercury, en parte debido al éxito de la empresa, que, siempre en colaboración muy íntima con la Universidad de Manchester en Inglaterra, por ese entonces el país pionero en computación electrónica, invirtió en la construcción de un nuevo modelo, Atlas, históricamente la primera computadora con paginado automático. Titan, también conocida cómo Atlas 2, reemplazó a Atlas en cortísimo plazo.» Extractado del trabajo de Jorge Boria

«Los años oscuros del Instituto de Cálculo de la FCEN-UBA. Investigando Computación sin Computadora» presentado en el Congreso de Ciencias, Tecnologías y Culturas. Universidad de Santiago de Chile (USACH). Mesa 66: Historia de la Informática en América latina y el Caribe. Santiago de Chile. 2008.

[4] Carta del decanato de la FCEyN al Secretario de Hacienda de la Nación, Dr. Carlos García Tudero, del 25-1-1966 (Exp. FCEN-UBA No. 409054). Aunque no está mencionado en dicha carta se había llegado a constituir un grupo de investigación en lingüística y se había desarrollado un lenguaje de programación, el COMIC, lo que podríamos considerar como un embrión de desarrollo en ciencias de la computación.

Sobre el final de este período las autoridades de la FCEyN estimaban que:

*«..Si bien el Instituto de Cálculo está ya en condiciones, y así lo hace, de realizar los trabajos de computación que el medio exige,... deben reforzarse considerablemente los grupos de investigación y su escuela de programación, puesto que ... la misión fundamental del IC no es la de proveer rutinariamente servicios de programación, sino la de estar en la avanzada de la investigación y de la formación de personal del más alto nivel. El principal obstáculo que tiene el Instituto para el logro de sus fines es la vejez de la máquina computadora actualmente en servicio...»* [5].

En base a este diagnóstico se estaba gestionando activamente un reemplazo de la computadora. Dado el importe de la transacción (del orden del millón y medio de dólares), se había interesado en el proyecto al Gobierno Nacional. La nueva computadora podría ser aprovechada por el resto de la UBA, a través de terminales remotas, y por diversas reparticiones oficiales, como el Consejo Nacional de Desarrollo, para generar modelos complejos.[6] Existía una oferta del gobierno francés para dar respaldo financiero a la adquisición de un equipo Bull para el IC y, luego de intensas negociaciones, hacia mediados de 1966, el proceso de compra de un modelo Gamma 60 estaba avanzado. Por un lado, se venía elaborando un documento de especificaciones muy detallado en el IC en contacto permanente con los técnicos de Bull. Por otro lado, una propuesta concreta para resolver la «ingeniería financiera» había sido elaborada por la parte francesa y figuraba en una carta del consejero comercial de la embajada gala en Buenos Aires que fue ingresada en la Mesa de Entradas de la FCEyN el 28 de julio de ese año, la víspera del día en que se produjo la intervención del nuevo gobierno militar a las Universidades Nacionales, episodio que, en el caso de la FCEyN-

[5] Ya desde principios de 1965 Manuel Sadosky, en un informe sobre el IC alertaba que si bien era posible realizar «rutinariamente la computación exigida por el medio» era necesaria una renovación del equipo para «estar en la avanzada». Un año después, en la citada Carta del 25-1-1966 (Exp. FCEN-UBA No. 409054) también se afirmaba de la MF que «...sus circuitos utilizan válvulas en lugar de transistores, su sistema de programación es difícil, tiene poca memoria rápida, su equipo periférico es lento y de un tipo anticuado (entrada y salida por cinta de papel) y finalmente, en virtud de que ya no se fabrica, la obtención de repuestos ofrece serias dificultades. Todos estos hechos tienen como consecuencia que de no poder renovarse este equipo, el mismo constituirá el «cuello de botella» que impedirá el desarrollo del IC...».

[6] Los puntos de la UBA donde se sugería usar en forma remota la computadora eran: Económicas, Hospital Escuela, Rectorado e Ingeniería. Exactamente los cuatro lugares donde en los años siguientes a 1966 se instalaron equipos IBM. Carta del 25-1-66, ya citada anteriormente.

UBA derivó, por causa de la acción policial, en la tristemente célebre «Noche de los Bastones Largos».[7] Este punto de inflexión en la vida universitaria y científica argentina trajo, como una de sus consecuencias, la renuncia masiva de docentes e investigadores en la UBA y, particularmente, en su Facultad de Ciencias. Estas renuncias, en el caso del Instituto de Cálculo, produjeron un vaciamiento prácticamente total, que afectó también a la carrera de Computador Científico (CC), creada con el objetivo de formar profesionales en la programación de computadoras.[8]

Veinte años después, a partir de la recuperación de la democracia, comenzó a construirse un relato de esos episodios. Las finalidades políticas y moralizantes del relato produjeron una fuerte mitologización, donde las contradicciones propias de cualquier proceso fueron omitidas y se enfatizaron las rupturas sobre las continuidades. La «Noche de los Bastones Largos» aparece, en dicho relato, como el final de la Clementina e, incluso, del propio Instituto de Cálculo. Se ha dicho, por ejemplo, que después de la intervención de 1966 «poco se supo de Clementina (…) y de ahí en más sirvió para apoyar las bandejas con café»[9], o que «Producida la intervención militar ya citada, el Instituto entró en receso, llevando a cabo solamente actividades administrativas, hasta 1988, en que fue recreado ...».[10] Incluso en un trabajo de historiadores profesionales se puede leer que «Clementina tuvo un final tan brutal como indigno: fue destruida totalmente. Muchas de sus piezas desaparecieron luego de la intervención militar a la Universidad e Buenos Aires que siguió al golpe de Onganía».[11]

La realidad es que Clementina siguió en actividad por otros cuatros años, una verdadera proeza dada su vetusta tecnología y la inexistencia, en esos años finales, de repuestos esenciales. El equipo técnico la sostuvo en funcionamien-

---

[7] Testimonios del Ing. Jonas Paiuk, Jefe de Mantenimiento de la Mercury y protagonista de la formulación de las especificaciones técnicas. Documentos archivados en el Exp. FCEN-UBA No. 409054.

[8] En el IC, el éxodo afectó a casi todo el grupo de investigadores y de programadores ya formados y a parte del equipo de mantenimiento . En cuanto a la carrera de CC, comparando el plan de dictado de materias para el segundo cuatrimestre de 1966 previo a la intervención y el posterior, tenemos que de doce docentes a cargo de cursos, sólo permanecieron dos. Exp. FCEN-UBA No. 410118.

[9] Ana Diamant, Manuel Sadosky, maestro, científico, político y humanista. Publicación de la Facultad de Psicología de la UBA. 1994.

[10] Sección 'Historia del Instituto' en la home page del IC, http://www.ic.fcen.uba.ar/historia.html. Le agradecemos Jorge Boria por señalarnos esta versión de la historia maniquea.

[11] Felipe Pigna & Maria Seoane.»La Noche de los Bastones Largos». Especial de Caras y Caretas. Fundación Octubre. Buenos Aires 2006.

to, ante la carencia de un reemplazo adecuado, con los cuidados intensivos que son de imaginar, lejos de la imagen vengativa del desguace.[12]

En cuanto al IC, a menos de un año de la intervención su director lo presentaba como «normalizado», al haberse reconstituido el plantel de programadores, operadores y técnicos y restablecido una rutina de prestación de servicio de procesamiento a los alumnos de la carrera de CC y a los investigadores de otras disciplinas, dentro y fuera de la FCEyN. Más adelante incluso se realizó una cierta actividad de investigación, Por otra parte esta imagen de continuidad quedaba reforzada por el discurso de las autoridades. Para el flamante «decano normalizador» surgido de la intervención, el Dr.Bernabé Quartino, el IC «fue una iniciativa valiosa a la cabeza de la cual se halló el Dr. Manuel Sadosky» pero que había sido «abandonado» a raíz de las renuncias, hasta que el nuevo Director «restituyó» su funcionamiento.[13] En la misma tónica, en un Informe sobre el IC, generado en 1970, se efectuaba una apropiación de la trayectoria completa del Instituto (y de sus logros de etapas anteriores) y se asignaba a los renunciantes de 1966 el rol de «desertores» en ese largo camino. En el mismo informe, al mencionar los grupos de investigación, se destacaba que las temáticas de los mismos «respetaban» las áreas del conocimiento previstas en 1963 y se destacaban, exagerando su importancia, las mejoras realizadas a la vieja computadora.[14]

A partir del análisis de los documentos de la época, en particular de los archivos de la FCEyN-UBA durante 1966-1971, y de testimonios de los protagonistas, pretendemos identificar los elementos de ruptura y continuidad que aparecen en el desarrollo académico de las ciencias de la computación argentina, vinculando los ciclos 1960-1966 y 1966-1970. De este modo presentamos un panorama histórico más complejo: por un lado, al desmitificar la idea de que en 1966 ocurrió una bárbara «destrucción física», y, por el otro, al desmontar la imagen de continuidad que se intentó construir luego de esa fecha. Aspiramos

[12] Luego de su parada definitiva en 1970 fue desguazada pero es razonable atribuir el hecho a la falta de una valoración histórica de los equipos de computación como «piezas de museo», fenómeno que se sigue produciendo hoy.

[13] Quartino,Bernabé. «1966: la Recuperación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires». Ed. Argenta. Buenos Aires. 1996. Debemos el hallazgo de esta referencia a Carlos Borches. El conocido pensamiento católico tradicionalista de Quartino, manifestado, por ejemplo, en su defensa de la Inquisición, contribuyó a hacer plausible la leyenda de la destrucción de la computadora.

[14] El Informe mencionado es parte del Exp. FCEN-UBA No. 420621. En cuanto a la Mercury se afirmaba que había sido convertida, por el esfuerzo del personal del IC de ser un equipo de primera generación a uno de segunda. Luego de esta afirmación, absurda del punto de vista técnico, se enumeraban algunas mejoras de los sistemas de entrada-salida que habían sido realizadas o al menos iniciadas antes de julio de 1966.

también, a través de este caso particular, aportar algunos elementos que ayuden a comprender los procesos y contradicciones que tuvieron lugar en la comunidad científica argentina durante la segunda mitad del siglo XX.

## La primera época de «normalización»

El revuelo provocado por la acción policial y las renuncias tuvo en su momento gran impacto en los medios académicos internacionales y el principal objetivo de las nuevas autoridades fue minimizar el hecho y mostrar cuanto antes una situación de funcionamiento «normal» de las instituciones universitarias. La FCEyN comenzó dicha «normalización» hacia octubre de 1966, contando como interventor al Dr. Bernabé Quartino, y como Secretario Académico al Dr. Raúl Zardini. En ese momento apareció una cuestión pendiente: la Bull quería saber que iba a pasar con la operación en marcha y ofrecía mantener la oferta por un tiempo.[15] El tema se derivó al Departamento de Matemáticas (DM). La opinión del mismo la fundamentó el Ing. Roxin, uno de los escasos profesores del DM, usuario de la computadora y que no había renunciado. Si bien reconocía la necesidad de «ir pensando en el reemplazo de la computadora Mercury Ferranti» y aceptaba que la oferta presentada por Bull «podría ser…la solución a ese problema», no se comprometía con la negociación en marcha ya que, afirmaba, no estaba «suficientemente interiorizado de las distintas ofertas presentadas, incluyendo la de la propia Bull». Proponía un estudio más profundo y que, para tener el tiempo para realizarlo, se pidiese una prórroga del plazo de validez, tanto del presupuesto de Bull, como de la propuesta de financiación del gobierno francés. También sugería que debería ponerse en claro que no había compromiso alguno asumido por la FCEyN.[16] En los días siguientes, Quartino realizó el pedido de prórroga a Bull, pedido al que la compañía accedió. En cambio, a la embajada francesa le agradeció las gestiones y le informó que el tema estaba en estudio y que le haría saber la decisión final.[17] Mientras esto sucedía, el tándem Quartino-Zardini había encontrado su hombre para «normalizar» el IC, cuya parálisis impactaba negativamente dentro y fuera de la FCEyN. En noviembre de 1966, el Ing. Julio Kun era

[15] Exp. FCEN-UBA No.409054. La nota de Bull sugería no desaprovechar las excelentes condiciones de financiación ofrecidas para la adquisición de la que sería «la mayor computadora electrónica de fines científicos de Latinoamérica».

[16] Las citas pertenecen a la nota del Ing. Roxin del 19/10/66. Exp. FCEN-UBA No. 409054. Ya se nota la diferencia de enfoque: un año atrás ya se presentaba el atraso de la MF como el cuello de botella de los proyectos de desarrollo; ahora ya no existían esos proyectos.

[17] Notas del 2/11/66 de Quartino a Bull y a la embajada francesa. Exp. FCEN-UBA No. 409054.

nombrado «asesor» del IC, aunque funcionó como su director.[18] Hacia fines de año también se incorporaba como Jefe Operativo el Ing. Benjamín Del Sastre. Al finalizar la prórroga de oferta, Bull otorgó otra de oficio hasta fin de febrero de 1967 pero, en el ínterin, Quartino informó al rector de la UBA que se debía dar por concluida la tramitación en curso referente a la compra del equipo. Justificaba su posición en las dudas sobre el mantenimiento de la oferta de financiación del gobierno francés y en su objetivo de realizar una licitación a partir de la definición de un proyecto.[19] Con ese fin había constituido una comisión ad hoc, compuesta por los profesores Kun, Del Sastre, Gustavo Pollitzer e Isidoro Marin. Esta comisión no parece haber tenido un gran empuje pese a las circunstancias, que ya eran críticas, respecto al equipo.[20] Por otra parte, a los pocos días de su constitución, su mentor había renunciado.[21] El funcionamiento de la comisión fue puesto en duda por el nuevo decano, el Dr. Deferraris, en una nota elevada al rector de la UBA en la que le proponía una ampliación de la misma que no tuvo eco.[22] En junio apareció un documento de

[18] El Ing. Kun, Ingeniero Químico, ex directivo de la Universidad San Juan Bosco, era, al momento de su nombramiento en el IC, jefe del Centro de Cómputos administrativo de YPF, con equipo Bull Gamma 30. Kun luego fue consultor de Bull. Tenía una amplia trayectoria. Había sido fundador de la Sociedad de Investigación Operativa (SADIO) y editor de su Boletín entre 1960 y 1964. Según el testimonio de Quartino, el nombre de Kun le fue sugerido por el Ing. Durañona y Vedia, presidente de SADIO y decano de Ingeniería en la Universidad Católica. Julio Kun no era un desconocído: el 15 de mayo de 1961, al iniciarse las actividades docentes del IC, había sido uno de los asistentes, en representación de la empresa Shell.

[19] La nota de Quartino a Botet es del 13/2/67. También informa en esa nota de la constitución de la Comisión ad hoc el 25 de enero y de que el IC esta en pleno funcionamiento (¡!). Exp. FCEN-UBA No. 409054.

[20] Hacia 1966, el modelo Atlas 2 ya tenía cuatro años en el mercado y el soporte para el modelo Mercury, de por sí escaso en la Argentina dónde sólo el IC poseía esa máquina, comenzó a mermar aún más con la decisión de Ferranti de deshacerse de la división de computadoras. (tomado del trabajo ya citado de Jorge Boria). Asi es como, en noviembre de 1966, la empresa británica ICT informaba que los técnicos de mantenimiento para el modelo Mercury Ferranti habían sido transferidos a nuevos equipos y que sólo quedaba operativa una computadora de las características de la MF en la Universidad de Sheffield.

[21] Durante el mes de febrero de 1967 Quartino y Zardini renunciaron a sus cargos.

[22] Agregada sin foliar en el Exp. FCEN-UBA No. 409054. En la nota se afirma que la Comisión nombrada por su antecesor no se ha reunido siquiera y propone ampliarla con figuras de Ingeniería, Ciencias Económicas y la CoNEA. Puede ser que esta iniciativa ya tuviera en consideración el hecho de que la posición de la FCEyN había quedado muy debilitada en el juego de poder de la UBA y se intentase involucrar a otras instituciones en torno a la renovación del equipo del IC.

trabajo, elaborado por Kun, que se iniciaba afirmando que «La computadora Ferranti-Mercury existente en el Instituto de Cálculo es una máquina que ha dejado de responder a las necesidades actuales de la Facultad…».[23] Sin embargo un informe preliminar de la comisión recién se entregó el 26 de diciembre de 1967.[24] Allí se sugería el cambio de la computadora mediante el llamado a un concurso de precios. La caracterización del equipo a incorporar era muy general y dejaba pendiente para más adelante una especificación técnica detallada. La única precisión es el valor aproximado, tomado de una compulsa informal con las empresas proveedoras: un millón y medio de dólares.[25] No hay evidencias de que ese informe haya tenido mayor trascendencia ni de que se haya entregado la especificación de tallada y, sin lugar a dudas, no hubo tal concurso de precios hasta fines de 1970, como se verá mas adelante.

## La «normalización» se completa

Durante 1967 y 1968 la actividad del IC tendía a la deseada «normalización». Ya en 1967 el plantel constaba de 7 programadores y un equipo de mantenimiento y operación, dirigido por uno de los técnicos formados en el período anterior. Todas las funciones cotidianas estaban bajo la dirección del Ing. Del Sastre, que, a su vez, respondía a Kun.[26] Esto cambió en 1968, cuando apareció una Dirección de Desarrollo a cargo del Ing. Carlos Cavotti.[27] El objetivo de su entrada al IC pareciera haber sido alcanzar otra fase de la «normalización», a través de la

[23] Exp. FCEN-UBA No. 409054.

[24] El Informe está en el Exp. FCEN-UBA No.409054. Expone generalidades y parece una solución de compromiso. En el Exp 412368, sin foliar, hay agregados un borrador con alternativas divergentes de especificación del equipo a adquirir, y varios memos atribuibles a Pollitzer, discutiendo opiniones y definiciones técnicas presumiblemente debidas a Kun.

[25] Poco quedaba del argumento de Quartino que dio por concluidas las negociaciones con Bull ya que «…para mayor probidad en la tramitación es necesaria la adquisición de un sistema de cómputo por via de licitación…». Por otro lado, el escaso nivel de detalle técnico que se expone en el informe no parece coherente con la precisión del monto del equipo a adquirir.

[26] Documentación de la nómina y funciones del personal del IC en 1967, así como el organigrama, situación laboral, sueldos, costos de explotación del IC con la MF, etc. ver Exp. FCEN-UBA No. 412464, 413978, 412315 y 414673.

[27] El Ing. Cavotti en 1967 había vuelto de los EEUU, donde tenía una trayectoria en investigaciones en temas de optimización ligados a la NASA tanto en Universidades como en empresas privadas. Trasladó estos temas al IC según surge de los balances del mismo. Respecto a Cavotti, ver Exp. FCEN-UBA No. 411595 A1 y 412386.

reconstitución de los grupos de investigación. En la Memoria de 1968 del IC ya aparecen varios de esos grupos, como se verá en la próxima sección.[28] Más adelante el plantel crece, pese a la obsolescencia de la computadora, y, en el año 1969 revistan contratados 10 «analistas numéricos» y «programadores matemáticos» en clara alusión al mantenimiento, de la tradición de cálculo científico. [29]

En este período el apoyo a la docencia (carrera de CC) quedó acotado a las materias de cálculo numérico, por las limitaciones de la computadora y por el giro implícito en el perfil de la carrera hacia un mayor peso de la orientación a Sistemas y Programación. Ese nuevo énfasis quedó, de hecho, a cargo de ingenieros de IBM que convirtieron las materias en cursos de programación de lenguajes en un nivel de formación técnica no universitaria, lo que apuntaba a captar los flamantes profesionales para la línea IBM.[30] En cuanto al impulso por renovar el equipamiento el Dr. Deferraris, cuando recibió, finalmente, un informe de la cuestionada comisión Quartino, no tomó ninguna iniciativa al respecto. A mediados de 1968 se produjo otro cambio de interventor y asumió el Dr. Ariel Guerrero. En un primer momento pareció ocuparse del tema y solicitó la ratificación o actualización del informe, particularmente en cuanto a los valores estimados en caso de una compra. Luego de recibir una ratificación, el nuevo decano procedió a enviar una carta al rector, que también había cambiado en esos meses,[31] imponiéndole de la necesidad de la renovación de la computadora, así como del monto aproximado requerido y estimaciones del flujo financiero involucrado. En los catorce meses restantes de su gestión no aparecen evidencias de otros reclamos ni de medidas concretas para la renovación del equipo en el IC.[32] Sin embargo es

---

[29] También existía la categoría de programador a destajo. Jorge Boria, en su trabajo «Los años oscuros...» nos cuenta que «...ingresé en 1970 cómo programador a destajo en el IC. La categoría de programador a destajo permitía contratar a personal sin relación de dependencia, de manera que sólo se pagaba el sueldo si el ingreso de dinero por parte de algún contrato justificaba el pago. Así y todo, el nombramiento venía con un escritorio en las salas del IC. ...Por ese entonces mis tareas eran leer algoritmos de las CACM y plasmarlos en Autocode, lo que desarrolló mi capacidad de probar programas, colaborar en inspecciones de código (una de las técnicas de mayor impacto en la detección de errores era correr el programa al revés, del resultado hacia el input, a mano) y la perfoverificación de cintas de papel.»

[30] Este fenómeno está desarrollado en el capítulo «IBM Go Home!...» de Carnota-Factorovich.

[31] Luis Botet, primer interventor de la UBA, fue reemplazado por Raul Devoto en febrero de 1968.

[32] En cambio lo que si aparece como un impulso muy importante de la gestión del Dr. Guerrero es la instalación de un cuerpo interno de policía para detectar movimientos de activistas estudiantiles. Ver por ejemplo Exp. FCEN-UBA No. 415344 sobre creación del cuerpo y Exp. FCEN-UBA No. 416581, 416677, 417681 y 417806 sobre sus actuaciones.

en esa época en la que, de acuerdo con el contenido del Informe sobre la situación del IC de 1970 citado en la Introducción, «...la antigüedad e inadecuación de la computadora Mercury.Ferranti se comenzó a sentir en forma dramática...» ya que «...los requerimientos de enseñanza, investigación y servicios habían alcanzado niveles que -para una computadora ya en esa época vieja y con ocho años deservicio- hacían peligrar seriamente el cumplimiento de las obligaciones contraídas…».[33]

En resumen, durante 1967, 1968 y gran parte de 1969, ni Deferraris ni Guerrero tuvieron efectivamente en su agenda la cuestión de la renovación del IC. Mientras tanto, en el resto de la UBA se fueron instalando varios equipos de computación, que llegaron a ser cuatro a mediados de 1970. Todos eran IBM.[34]

## La investigación en el IC «normalizado».

Con el proceso de «normalización» del IC, que se fue completando a lo largo de 1968 y 1969, creció la figura de Cavotti que, finalmente, hacia noviembre de 1969, asumió la dirección a raíz de la renuncia de Kun, que se radicó por varios años en el exterior.[35]

Las Memorias del IC de esta etapa empezaron a elevarse a decanato desde la correspondiente a 1968. En 1967 sólo existió una nota de Kun que informaba de lo que denominaba «funcionamiento normal» del IC, que consistía en el uso de la computadora por parte de otros investigadores de la FCEyN y demás unidades académicas y el apoyo a la docencia de la carrera de CC, sin mayores precisiones.

Los balances de 1968 y 1969 ya daban cuenta de la aparición de actividades de investigación y de contratos de asistencia técnica a entidades externas no universitarias. Para 1968 se informaba del trabajo de tres grupos. Dos de ellos eran dirigidos por Cavotti: Control Óptimo (su línea de investigación previa en EEUU) y Economía Matemática. El tercero, Mecánica Celeste, estaba orientado por un matemático recién egresado y que sólo reportaba ese año «avances» en un programa de determinación de órbitas. El saldo era de una sola publicación,

---

[33] Informe del 2/10/70 ya citado. Exp. FCEN-UBA No. 420621.

[34] Los puntos en los cuales se van formando estos Centros de Computo son los mismos que había previsto Sadosky integrar, a partir del nuevo equipo que se iba a adquirir para el IC: Ingeniería, Económicas, Hospital Escuela y Rectorado.

[35] La figura de Cavotti también pasó a ser muy apreciada en los grupos de asesoramiento del Presidente Onganía, como lo refleja Mariano Castex en «El Escorial de Onganía». Ediciones Hespérides. Buenos Aires. 1981.

cuyo autor era Cavotti y que era parte de su trabajo previo al ingreso al IC.

En 1969, el balance es más completo. Cavotti inserta su actividad y temáticas en el grupo de Mecánica Celeste, que obtiene la única publicación del año. Algunos de los temas eran «control óptimo en el problema de tres cuerpos tierra vehiculo luna» y «programa de retroempuje de mínimo consumo de combustible para el descenso en la superficie de la luna», en una época de intensas experiencias de la NASA, que culminan en el primer alunizaje humano.[36] En cuanto a Economía Matemática desarrolla una profusión de resultados que, en realidad, son trabajos contratados por la Caja Federal de Ahorro y Préstamo para la Vivienda (CFAPV) y consisten, según se describe en la Memoria, en algoritmos para evaluar planes de ahorro y de préstamos y modelos para analizar balances de empresas y bancos. Ya desde 1970, al no renovarse el convenio con la CFAPV, desparecen de los informes las referencias a ese grupo de investigación. Finalmente, en septiembre de 1969, se constituye el grupo de Biomatemáticas que desarrolla actividades por varios años, ligado en parte a convenios con Institutos de Investigación médica, pero cuyo nivel fue puesto en duda por testigos de la época. Completando el período abarcado por el presente trabajo, el saldo de las actividades de 1970 se concentró en Biomatemáticas. No hay casi actividad de Mecánica Celeste y se insertó, como novedad, un investigador que retornaba del exterior, el Ing. Fernando Basombrío con una línea de trabajo en Mecánica del Continuo. Destacamos este último hecho porque ya fue parte de una renovación paulatina política y científica de la FCEyN cuyo caso típico se dio en el Departamento de Física.[37]

## La larga agonía de Clementina.

Una vez abortada la negociación con la Bull y comenzada la etapa de la «normalización» del IC, el mantenimiento de la computadora se fue convirtiendo, de más en más, en una cuestión crítica.

Los dos principales problemas interconectados eran el calor y los repuestos. La disipación de las 3500 válvulas, en principio, se resolvía con un sistema de refrigeración interna, basado en gas freón, pero no siempre había fondos para conseguirlo. Otros factores ambientales requerían mantener controlada la temperatura de la enorme sala, que dependía del aire acondicionado del edificio, que no siempre funcionaba. Si las alarmas anunciaban que se había sobre

[36] Ver Informe ya citado de 1970. Exp. FCEN-UBA No. 420621.

[37] Nos referimos específicamente al grupo de físicos que luego, en el breve y tumultuoso período renovador de 1973 y 1974 dirigieron la Facultad.

pasado el límite tolerable, entonces había que apagar el equipo y esperar mejores condiciones. Una de las posibles consecuencias de las altas temperaturas era que se «quemaban» válvulas o podían aterrizar las cabezas lectoras sobre los tambores magnéticos que oficiaban de memoria estable (al estilo de los discos duros actuales). Esto, a su vez, potenciaba la crisis de carencia de repuestos. Los más sensibles eran las válvulas y los tambores. Como esos equipos ya no se fabricaban, no había modo de conseguir tambores nuevos.[38] Esta situación ya era problemática antes de la intervención y llevó a la generación de estrategias de supervivencia heterodoxas. Era necesario calibrar las distancia de las cabezas a la superficie del tambor: a mucha distancia fallaba la lectoescritura y a muy poca el roce arruinaba ambas partes. Para esto se desarrolló un manómetro especial. Como el roce de cabeza y tambor igual ocurría cada tanto se recurría a la CoNEA para recapar cabezas y repintar los tambores con una pintura a base de óxido de hierro.[39] En cuanto a las válvulas se hacía una rutina de mantenimiento preventivo. Las válvulas en mal estado se cambiaban antes de que produjeran interrupciones o errores en la ejecución de procesos. De todos modos había fallas cotidianas y debía buscarse el sector de la falla y cambiar en el momento la o las válvulas responsables. Estas estrategias habían sido implementadas por el equipo del Ing. Paiuk, y fueron continuadas por los técnicos que se habían formado dentro de dicho equipo entre 1962 y 1966.

Por todo esto la MF ya había sido señalada como el «cuello de botella» para el impulso de crecimiento del IC por Sadosky a inicios de 1966 y se estaba cerca de un cambio de equipo. Abortado este proceso por Quartino, y a medida que pasaban los años, las rutinas de mantenimiento se continuaron, pero la situación fue empeorando. Cuando ya no se pudieron conseguir más válvulas nuevas en el mercado se comenzaron a reusar válvulas ya cambiadas preventivamente, pero aun usables. Así fue como, poco a poco, el mantenimiento se fue convirtiendo en una proeza cotidiana, llevada cabo por un equipo de técnicos totalmente consustanciados con el sostenimiento día a día de la actividad de Clementina, pese a lo cual los usuarios cada vez veían mas interrumpidos o demorados sus procesos. Aunque el aumento de alumnos de la carrera de CC y el despliegue de la computación en muchos campos era notable, la cantidad de horas de uso promedio mensual en los primeros meses de 1970 fue la mitad

[38] Por ese motivo el Ing. Paiuk había viajado a Inglaterra antes de 1966 para adquirir algunos repuestos de equipos desguazados. Esos repuestos, comprados por kilo a un chatarrero, contribuyeron a la sobrevida de la MF. Entrevista a Ing. Paiuk ya citada.

[39] Entrevistas de los autores al Ing. Jonás Paiuk y a técnicos de mantenimiento de la Mercury Ferranti.

de la de 1969.[40] La situación quedó reflejada en un informe del entonces Jefe de Mantenimiento: «En suma, el estado general del computador es deficiente debido a que no se poseen repuestos para su reparación, el eficaz funcionamiento del compresor del equipo de refrigeración no se puede garantizar, los tambores de memoria magnética están fuera de servicio y no se poseen válvulas electrónicas para reemplazo...»[41].

Visto retrospectivamente, se trató de una larga agonía que culminó, como veremos, en septiembre de 1970, con la parada definitiva.

## La verdadera muerte de Clementina

Como coletazo de las revueltas estudiantiles y populares de los primeros meses de 1969, que convergieron en el Cordobazo de mayo de ese año, Onganía realizó un recambio de las autoridades universitarias. En la UBA fue designado en julio el Dr. Andrés Santas y, poco después, en Exactas, retornó Zardini, esta vez como decano.[42]

El nuevo rector de la UBA puso en su agenda la cuestión de Computación y Sistemas y, en septiembre de 1969, conformó una comisión asesora en computación. [43] La misma estaba presidida por el Ing. Emilio Jáuregui, director del Centro de Cómputos de la Facultad de Ingeniería (FI) y reciente autor de una propuesta de política de computación para la Universidad, donde proponía una progresiva instalación de equipos y/o terminales en las distintas unidades académicas. [44] El Plan priorizaba Ingeniería y Ciencias Exactas y, en consecuencia, para la Etapa 1 postulaba la instalación, en ese mismo año, de computadoras

[40] El número de estudiantes ingresantes había pasado de 106 en 1964 a 324 en 1969 (Informe en Exp. FCEN-UBA No. 420621). Las horas de uso promedio mensual de la MF pasaron de 140 en 1968 a 132 en 1969 y a 62 en la primera mitad de 1970. También cayeron, en forma absoluta y relativa, las horas que usaban otras Universidades y facultades. Para la evolución del uso en horas, ver Exp. FCEN-UBA No. 417164.

[41] Informe de Claudio Rivero, del 2 de septiembre 1970. Exp. FCEN-UBA No. 420621.

[42] Es importante tener en cuenta que las designaciones de rector y decanos interventores eran independientes y provenían en forma directa del Ministerio de Educación. Las diversas líneas internas del Gobierno y de las FFAA pugnaban por colocar a sus candidatos. Por lo tanto el rector y algunos de los decanos podían provenir de líneas divergentes y sus relaciones ser conflictivas.

[43] Resol. CS 901/69 (Consejo Superior de la UBA de septiembre de 1969). La conformación de esta Comisión Asesora reflejaba el peso que había adquirido Ingeniería en el campo de computación y sistemas de la UBA.

[44] Jáuregui, Emilio. «Hacia una Política de Computación en la Universidad» de julio de 1969. En «Universidad y Futuro». Emecé Editores. Buenos Aires, 1976.

de tercera generación en ambas facultades aunque, al terminar la cuarta y última etapa, una nueva computadora mas poderosa en Ingeniería sería el principal soporte de la interconexión de toda la Universidad.

Muy poco después, el 29/10/69, Zardini retomó el impulso - aletargado desde hacia casi tres años - y constituyó una nueva Comisión ad hoc para diagnosticar el estado y definir un proyecto de computación para la FCEyN.[45] En la misma, incorporó a profesores de otras disciplinas como Física y Química. Los trabajos se basaron en un Informe previo del Ing. Kun y, para asegurar la ejecutividad, la coordinación la asumió el Secretario Académico, Dr. Carlos Rinaldi, mano derecha de Zardini. El 24 de noviembre, en tiempo record, se presentó un informe al decano, que se trasladó al Rector de la UBA, en el cual se recomendaba una llamado a licitación para la adquisición de una nueva computadora. De inmediato la misma comisión se abocó a la elaboración de «un anteproyecto de un llamado a licitación» que se elevó al Rector en enero de 1970.[46] El anteproyecto fue derivado por Santas a Jáuregui para su estudio y, en abril de 1970, la comisión de UBA propuso introducir dos artículos complementarios en el pliego de Exactas: que las empresas debían tener instalaciones del mismo equipo en el país y demostrar que eran capaces de desarrollar compatibilidad con el resto de los centros de la UBA. Pese a la explícita desmentida de la Comisión presidida por Jáuregui, estas condiciones resultaban claramente favorables a IBM. De todos modos no se registra ninguna respuesta de la UBA ni al informe ni al pliego. En consecuencia, tampoco se avanzó en el llamado a licitación. Esta parálisis se reflejó en una carta que Cavotti dirigió a Zardini en junio de 1970. En la misma se lamentaba del éxodo de media docena de programadores y técnicos, desmoralizados por los bajos sueldos y, fundamentalmente, por la obsolescencia técnica del equipo. En la nota afirmaba que «…No se concretó la provisión del nuevo equipo esperado angustiosamente y se crearon grandes expectativas a través de las comisiones para definir las características que servirían de base para el pliego de licitación. Empero el resultado fue que se pusieron en marcha otros modernos centros de computación en la Universidad, mientras el Instituto sigue fiel a la vieja máquina...».[47] La decadencia en la utilización de la MF era evidente en esos

[45] Es difícil no atribuir este gesto y la celeridad de los pasos que siguieron al intento de adelantarse a la puesta en marcha del «Plan Jáuregui».

[46] El informe y el anteproyecto están en el Exp. FCEN-UBA No. 418813.

[47] Sugiere como solución activar rápidamente la compra o alquiler de un equipo. Al respecto afirma «se puede solicitar colaboración a Presidencia de la Nación…que no pondrá inconvenientes a un trámite de la Universidad e incluso allanaría las cosas pudiendo indicar procedimientos expeditivos para que el Tribunal de Cuentas dé carácter preferencial a la gestión.» Exp. FCEN-UBA No. 420621 folios 204 a 207. En esa época Cavotti manejaba influencias importantes, ya que fue subsecretario del CONACYT (1969-70) y luego secretario del mismo organismo (antecedente de la SECyT).

meses. Como nada dura indefinidamente, finalmente, el 3/9/70, Cavotti informó al decano de la parada definitiva de la Mercury con una expresión terminante: *«...el computador queda totalmente fuera de servicio...».*[48]

## El sainete del (fallido) reemplazo.

Los acontecimientos posteriores al final de Clementina merecen ser tratados por separado, probablemente bajo el formato de una comedia de enredos. Zardini convocó de inmediato a una compulsa de precios y, en apenas semanas, elevó una propuesta de adquisición de un equipo Burroughs al Rector. Mas allá de los argumentos formales que daban soporte a la propuesta, una interpretación corriente en la época afirmaba que la elección era una forma de salvar un conflicto de intereses entre grupos internos, ligados a Bull y a IBM respectivamente.[49] Una vez recibida la propuesta, el Rector solicitó opinión a la comisión que presidía Jáuregui, que rehizo toda la evaluación, incluyendo la aceptación de nuevas propuestas de algunas firmas, y, hacia mediados de noviembre, dictaminó a favor de una Univac, lo que fue avalado por el Rector, pese a la queja presentada por Burroughs. Por ser una compra sin licitación, el Poder Ejecutivo debía emitir el decreto de adjudicación.[50] Sin embargo, aduciendo la existencia de «conflictos internos» intrauniversitarios y la queja de Burroughs, el expediente fue devuelto en febrero de 1971, junto con la exigen-

[48] Exp. FCEN-UBA No. 420621. Corrieron rumores en esa época que afirmaban que la parada final había sido «decretada» por las autoridades del IC para crear una situación de hecho frente al Rectorado de la UBA.

[49] Jorge Boria, en el trabajo anteriormente citado afirma que «La máquina elegida era un modelo de Burroughs con una arquitectura de avanzada, aunque más adelante, a nivel de la Universidad, se diera vuelta el dictamen basándose en la obsolescencia de la arquitectura. De hecho, el propósito no expresado de la licitación era el de evitar un conflicto de intereses dentro del conjunto Departamento de Matemáticas y el IC. Varios de los más destacados miembros del IC tenían lazos con Bull, mientras que las cátedras de la carrera de Computación Científica contaban con conspicuos empleados de IBM. Fuera una u otra la máquina elegida esto podría causar malestar interno que no era de conveniencia de ninguna de las partes. Además ya para esa época se procuraba encontrar una mejora a la arquitectura de la /360 de IBM y una tendencia hacia la arquitectura en stack que Burrough's proponía y plasmaría en la línea 6000.» Quizás este «empate» de intereses corporativos fuera, en parte, causal de las parálisis previas.

[50] Aparentemente la UBA contaba con la partida de casi un millón de dólares que se requería de acuerdo con el testimonio de Jáuregui en su libro «Sobre el Trámite de adquisición de una computadora para la facultad de Ciencias Exactas» Ed. del autor. 1971. Buenos Aires.

cia de que la UBA convoque una urgente licitación.[51] El rector Santas, especulando con la inestabilidad del entonces Presidente de facto, Gral. Levingston, insistió, pero luego del golpe interno que produjo la remoción presidencial, los nuevos funcionarios de Presidencia reiteraron el criterio de los anteriores, cerrando, en mayo de 1971, el camino de la compra directa. Mientras tanto, Jáuregui insinuaba que habían sido las influencias de Zardini y Cavotti la causa del traspié y Zardini exigía la instalación urgente de una computadora y que se dejara en claro la transparencia de su conducta.[52] En junio de 1971 Santas formó una nueva comisión para definir un pliego de licitación, pero en julio fue desplazado del rectorado.[53] Su reemplazante resultó ser Quartino, el primer interventor en Exactas, colega, amigo y de la misma capilla política de Zardini.[54] Sin embargo pasaron los meses sin novedad. En enero de 1972 (¡a 15 meses del fin de Clementina!) Quartino dictó una resolución que dejaba sin efecto la preadjudicación a Univac; reconocía que el procedimiento seguido por Exactas había sido correcto y que esa facultad no había tenido nada que ver con el motivo por el cual la Presidencia devolvió el trámite[55] y disponía archivar el expediente de la discordia e iniciar nuevas actuaciones con vistas a la adquisición de una computadora para la FCEyN. Es significativo el hecho de que, una vez que el nuevo rector dejara a salvo el buen nombre y honor de su conmilitón Zardini, ya no se habló más de la computadora.

---

[51] Mientras en las alturas los expedientes iban y venían, la incertidumbre planeaba entre la gente que trabajaba en el IC. como lo testimonia Jorge Boria en su trabajo ya citado: «... A pesar de no cobrar un sueldo, o quizás precisamente por eso, ese verano lo pasé más que nada en las oficinas del IC. Estábamos todos entrampados por la promesa de un acuerdo que nos dejara una computadora en el ya vacío espacio de la sala de cómputos. La lectura y el bridge recientemente aprendido reemplazaban a la programación y la discusión de los proyectos. Por fin, en Marzo comenzaron a aparecer las perforadoras de tarjetas y el convenio con el centro de cómputos de la Facultad de Ingeniería, sea que se hubiera firmado o estuviera en tratativas, nos trajo trabajo...»

[52] Carta a Santas de abril de 1971. Exp 420621.

[53] Posteriormente Jáuregui, se refirió a una nota periodística acerca del conflicto de la compra de la computadora, afirmando que, con la misma «se inició la campaña contra el Dr. Santas y contra mi» en clara alusión al choque de camarillas que culminó con la asunción de Quartino en el rectorado. Jáuregui Emilio. «Sobre el Trámite...»

[54] Se puede estilizar esta diferencia en términos de «liberales» versus «nacionalistas» y Zardini abonó esta hipótesis en su librito acerca de la frustrada compra. Sin embargo no pareció molestarse por la cooptación de la carrera de CC por IBM, al menos hasta que la huelga estudiantil de 1971 lo puso en evidencia.

[55] Zardini había hecho una cuestión de este punto e incluso había amenazado con su renuncia.

Todo había vuelto a fojas cero y tuvieron que pasar otros diez años hasta que Clementina tuviera reemplazante.[56]

## Continuidades y rupturas

El ambicioso proyecto que se estaba desarrollando en la FCEyN-UBA, bajo el liderazgo de Manuel Sadosky, en relación a la nueva tecnología de las computadoras, sufrió un duro revés con la intervención militar de 1966. Una creencia generalizada considera que dicho evento significó la destrucción física de la computadora Clementina y el pase a receso del Instituto de Cálculo. En las secciones previas hemos mostrado que la historia fue más compleja y que la continuidad fue la imagen constante que las autoridades procuraron dar, tanto del IC y su computadora como del otro componente del proyecto inicial, la carrera de Computador Científico.

> *«Desde la iniciación oficial de sus actividades el 1ero. de marzo de 1961, el Instituto de Cálculo ha desempeñado diversas tareas de interés, habiendo participado -como lo hace en la actualidad- en: investigación, servicios y enseñanza…».*

Es un texto que no fue escrito por Manuel Sadosky en 1965, sino por Cavotti en 1970!.[57] Este énfasis en la continuidad se explica, en parte, por la intención de «normalizar» la vida universitaria luego de la traumática interrupción de 1966, «unos de los grandes errores del gobierno de Onganía», según la opinión de su asesor en temas científicos el Dr. Mariano Castex,[58] y borrar la mala imagen del gobierno en ese campo. Pero también hay que considerar que el régimen militar se planteó diversas iniciativas en el campo científico-técnico, aunque procurando favorecer otros ámbitos distintos a las tradicionales Universidades masivas, que le eran políticamente sospechosas.[59] Por otra par-

---

[56] El único saldo del sainete fue la publicación por Jáuregui y Zardini de sendos libritos en los que cada uno pretendía justificar sus posiciones y acusar al otro del fracaso.

[57] Parte del Informe de la Com. Evaluadora del 2/10/1970. Exp. FCEN-UBA No. 420621.

[58] Castex. Mariano. El Escorial de Onganía... Pág.104

[59] Un ejemplo es la creación de la Comisión Nacional de Estudios GeoHeliofísicos (CNEGH) al que se integraron una importante cantidad de científicos repatriados, la mayoría de los cuales eran investigadores que habían renunciado en 1966. Otro es el Plan Taquíni que, a través de la creación de nuevas universidades, de pequeño porte, localizadas en ciudades de tamaño medio, «procuraba compatibilizar el proceso de expansión de la matrícula universitaria, la conformación de una Universidad científica, las necesidades derivadas del desarrollo regional y la despolitización...». Pablo Buchbinder. Historia de las Universidades Argentinas. Ed. Sudamericana. Buenos Aires. 2005.

te, en el caso que nos ocupa, era evidente que ya no se podía prescindir de la computación para el desarrollo de actividades productivas y de investigación. En consecuencia, lejos de ver al IC como un símbolo a extirpar de la Universidad «politizada», se pretendió naturalizarlo como parte integrante de la institución que se había «recuperado», para utilizar el término que acuñó Quartino.[60]

Una vez remarcado el aspecto de la continuidad, nos proponemos analizar cuál era su contenido, tomando como referencia la dinámica fundacional del IC y la rápida evolución de la tecnología de las computadoras en esos años.

En materia de investigación los propios balances del Instituto nos muestran resultados de una pobreza extrema, tanto en comparación con la situación previa a la intervención, como con la de los otros centros científicos de la FCEyN. La continuidad formal del «grupo de Economía Matemática» encubría la transformación de la actividad del equipo interdisciplinario de Oscar Varsavsky en la programación de algoritmos de matemática financiera. Otro tanto podríamos decir del contraste entre el grupo dirigido por el Dr. Pedro Zadunaisky y su fugaz sucesor. En cuanto a la incipiente orientación hacia proyectos nacionales de desarrollo, se puede contrastar con los temas que instaló el Ing. Cavotti, herencia de su paso por las empresas contratistas de la NASA. En síntesis, la potencia y dinamismo de un centro de experimentación y de articulación interdisciplinaria que habían llevado, en muy poco tiempo, al rico balance que citamos en la sección 1, brillaban por su ausencia.[61]

Con respecto a los servicios, la progresiva obsolescencia de la MF fue acotando naturalmente el impacto y utilidad de los mismos. Esto nos lleva a la cuestión de la agonía de Clementina y la impotencia de las acciones para su reemplazo. En este aspecto la «sobrevida» de la computadora, la continuidad de sus rutinas diarias, cada vez en peores condiciones, fueron la contracara de la pretendida «normalización». El mero paso del tiempo sin cambios, significó un cambio de magnitud. Aquí también el impulso renovador, las gestiones internacionales, la búsqueda de apoyos de todo tipo, derivaron en reclamos formales y, a lo sumo, en la conformación de Comisiones que, activas o no, carecieron de apoyo político interno o, cuando lo tuvieron, vieron sus propuestas neutralizadas.

---

[60] Quartino, Bernabé.»1966:La Recuperación de la Facultad...» ya citado.

[61] Jorge Boria, en su trabajo testimonial ya mencionado, sintetiza muy bien la trayectoria del IC de esos años (polemizando con la «historia oficial» actual del IC) del siguiente modo, «…hubo mucho más que tareas administrativas aunque mucho menos que tareas de investigación en computación. Su rol se centró en el soporte de programación a los programas de investigación de la Facultad. Físicos, químicos, biólogos, meteorólogos y geólogos recibían apoyo por parte de personal del IC. La programación se constituyó en el fuerte del IC. ..»

Finalmente, la enseñanza quedó escindida en un área de cálculo y de modelos matemáticos, sin perspectivas, y que continuaba estancada alrededor de la MF y otra más dinámica orientada a Lenguajes y Sistemas, ligada al mercado laboral de las empresas, pero cooptada y degradada en su nivel por IBM.[62]

Todas estas realidades, apenas disimuladas bajo el manto retórico de la «normalización» y la continuidad, respondieron, indudablemente a numerosos factores. Sin pretender agotarlos, queremos aquí señalar algunos.

En primer lugar la transformación del proyecto original. El IC había sido concebido como un Instituto cuya misión era la de «...estar en la avanzada de la investigación y de la formación de personal del mas alto nivel...» y respondía a una visión del desarrollo nacional independiente que ya no era compartida por quienes se hicieron cargo luego de 1966. En consecuencia se fue convirtiendo en un Centro de Cómputos para «proveer rutinariamente servicios de programación...», en las antípodas de aquel objetivo.[63] En segundo lugar, más allá del discurso, el IC y la computadora no estuvieron, en general, en la agenda de las autoridades de la FCEyN y, cuando lo hicieron, el tema cayó preso de una espesa trama de intereses, ninguno de los cuales expresaba el proyecto original. En dicha trama se entrecruzaban los núcleos de poder universitario, con sus conexiones en el PEN y en las FFAA,[64] y las empresas proveedoras, en busca de acceder, no sólo a una venta, sino a la expectativa de incidir en la formación de los futuros profesionales.[65] Así, por ejemplo, todo parece indicar que las iniciativas de Zardini fueron, principalmente, una respuesta al avance de otro núcleo de poder, representado por el Rector Santas e identificado con

---

[62] Carnota, Factorovich, Perez. en «IBM Go Home!...» ya citado.

[63] «*... la misión fundamental del IC no es la de proveer rutinariamente servicios de programación, sino la de estar en la avanzada de la investigación y de la formación de personal del más alto nivel.» D*e la carta de Sadosky del 25-1-66, citada en la Sección 1.

[64] Estos conflictos intrauniversitarios no eran extraños. El PEN designaba directamente tanto al Rector como a los decanos de las facultades, y allí tallaban las cuotas de poder entre las distintas Fuerzas Armadas y sus grupos civiles aliados. Así se producían las desgastantes luchas intestinas en un gobierno autoproclamado de «ley y orden» y con pretensiones «eficientistas».

[65] Como lo reconocía abiertamente el Ing. Jáuregui: «Una Universidad con una compañía proveedora única está maniatada en caso de conflicto con aquella. Pero también es cierto que las compañías, sin excepción, han de cuidar un cliente como la Universidad, mas que ningún otro, por lo que significa de promoción futura el que los alumnos se adiestren en máquinas de su fabricación. Así todas las compañías tienen una meta común; a) las que ya están en la Universidad mantenerse en ella, si es posible solas, b) las que no están, introducirse a cualquier precio.» Del Informe al Rector sobre la decisión de Exactas de comprar una B5500. Exp. FCEN-UBA No. 420621.

el Plan Jáuregui. En tercer lugar, el vaciamiento del IC y su consiguiente pérdida de prestigio, realimentaron la debilidad de sus reclamos en el contexto de las luchas por el poder en la Universidad.[66]

La continuidad del IC fue claro sinónimo de estancamiento. Sin cambiar ni el logotipo del papel membretado, perdió el lugar de pionero en el desarrollo de la computación en Argentina. La sobrevida de Clementina fue el símbolo más evidente de la ruptura en espíritu y acción respecto del proyecto original caracterizado, precisamente, por su dinamismo y su impulso renovador.

## Agradecimientos

Queremos agradecer muy especialmente a nuestro amigo Jorge Boria que, con gran generosidad, nos ofreció su trabajo testimonial «Los años oscuros del Instituto de Cálculo de la FCEN-UBA. Investigando Computación sin Computadora» para que incorporemos sus valiosos recuerdos y opiniones en este trabajo.

En nuestra investigación hemos contado con el apoyo total de las autoridades y funcionarios de la FCEN-UBA. En particular queremos .agradecer al Jefe de Despacho de la Facultad, Federico de Martino, por su espíritu de colaboración. También han sido aportes significativos los hallazgos y señalamientos de Carlos Borches y los testimonios de los Ingenieros Jonas Paiuk y Claudio Rivero.

[66] Jáuregui se podía permitir afirmar que las supuestas maniobras de Zardini hicieron «perder al IC que, en su momento, cuando tenía la frente al Dr. Manuel Sadosky, ejerció el liderazgo de la computación en el país, la oportunidad de retomar, via hardware, parte del prestigio perdido...», aunque sin mencionar la responsabilidad del régimen del cual era funcionario en esa pérdida de prestigio. En «Sobre el Trámite...».

# CAPÍTULO 9

# IBM Go Home!
# Conflictos políticos y académicos y perfiles profesionales en los primeros años de la carrera de Computación Científica de la FCEyN-UBA (1963-1971)

Raúl Carnota*; Pablo Factorovich** & Mirta Pérez***

*(UNTREF- Proyecto SAMCA). rcarnota@fibertel.com.ar
**(Depto. Computación -FCEyN -UBA) pfactoro@dc.uba.ar
***(Proyecto SAMCA) mini.perez@yahoo.com.ar

## Resumen

En los años que van de 1963 a 1971, la primera carrera latinoamericana orientada a la recién nacida disciplina «de las computadoras», la de Computador Científico de la Universidad de Buenos Aires (FCEyN-UBA), sufrió múltiples cambios de rumbo. En sus orígenes, se buscaba la formación de profesionales auxiliares de los investigadores científicos en la resolución de problemas de matemática aplicada utilizando la nueva herramienta. Posteriormente, como parte del surgimiento de un nuevo campo profesional y de las transformaciones en la sociedad, se promovieron cambios en el sentido de un temprano reconocimiento de las «ciencias de la computación». Esta dinámica quedó archivada a mediados de 1966, a raíz de la intervención a las Universidades Nacionales en Argentina. El vacío que, como consecuencia de ese episodio, se generó en el plantel docente fue cubierto por profesionales de la empresa IBM, que convirtieron la carrera en un apéndice de la multinacional. Esto significó, de hecho, una reconfiguración del perfil del egresado mediante una enseñanza puramente operativa de la programación. Una prolongada huelga estudiantil en 1971, bajo banderas a la vez académicas y políticas, puso fin al monopolio de IBM y promovió un nuevo enfoque orientado a lograr profesionales capaces de desarrollar una tecnología independiente, en línea con el pensamiento de la época. El propósito del presente trabajo es poner en evidencia cómo el contenido de la enseñanza de la computación en Buenos Aires, por aquellos años, lejos de responder a una

«evolución natural» del progreso científico, obedeció a una interacción conflictiva entre factores políticos, académicos e intereses empresariales.

## Introducción

En 1963 se inició la carrera de Computación Científica (CC), creada en la facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCEyN-UBA), que fue la primera de la América Latina en abordar esa nueva disciplina. La carrera era parte integral de un proyecto liderado por el Dr. Manuel Sadosky. Como afirma Jacovkis «Sadosky decidió (...) llevar a cabo trs proyectos fundamentales: conseguir una computadora para la Facultad, crear un instituto de matemática aplicada que pudiera servir como base institucional para el uso de la computadora, y crear un carrera de grado vinculada a las Ciencias de la Computación …».[1] Para esa fecha ya estaba constituido y en plena actividad el Instituto de Cálculo (IC) e instalada una computadora Ferranti-Mercury (FM), más conocida como Clementina.[2]

En los años que van de 1963 a 1971, la evolución de la recién nacida disciplina «de las computadoras», entretejida con los conflictos políticos y de intereses de la época impactó en la carrera de Computación Científica (CC). En sus orígenes, el objetivo de la misma fue la formación de profesionales auxiliares de los investigadores científicos en la resolución de problemas de matemática aplicada utilizando la nueva herramienta. En esta primera etapa la orientación que podríamos denominar Sistemas y Programación (procesamiento masivo de datos, diseño de sistemas, aplicaciones no numéricas en general), así como la enseñanza de los incipientes fundamentos teóricos (autómatas,

[1] Jacovkis, P.M., «The First Decade of Computer Science in Argentina», 2006, en IFIP Internacional Federation for Information Processing, volumen 215, History of Computing and Education 2(HCE2), ed. J. Impagliazzo, (Boston: Springer), pp. 181-191. La cita es una traducción libre de los autores de la siguiente: «Sadosky decided … to carry out three fundamental projects: to obtain a computer for the School, to create an institute of applied mathematics, as an institutional 'base' for using the computer, and to create a computer science degree»

[2] Ver referencia anterior y « Babini, N., «Some Aspects of the Argentine Reception of the Computer», 2006, en IFIP Internacional Federation for Information Processing Volumen 215, History of Computing and Education 2(HCE2), ed. J. Impagliazzo, (Boston: Springer), pp. 181-191. « Factorovich, P., «Evolution of Computer Science degrees at Science School-University of Buenos Aires», 2006, en IFIP Internacional Federation for Information Processing Volumen 215, History of Computing and Education 2(HCE2), ed. J. Impagliazzo, (Boston: Springer), pp. 181-191. « Berdichevsky, C., «The Beginning of Computer Science in Argentina», 2006, en IFIP Internacional Federation for Information Processing Volumen 215, History of Computing and Education 2(HCE2), ed. J. Impagliazzo, (Boston: Springer), pp. 181-191.

gramáticas formales etc.) estuvieron prácticamente ausentes. Posteriormente, con el impulso que fue tomando la introducción de computadoras en las empresas y el consiguiente surgimiento de un nuevo campo profesional, los primeros graduados promovieron la discusión de cambios que apuntaban a un reconocimiento de las «Ciencias de la Computación». Muchos de estos jóvenes profesionales se incorporaron al plantel de las empresas comercializadoras de equipos (especialmente IBM), manteniendo una fluida relación con el grupo académico nucleado en el IC.[3] Esta dinámica quedó archivada a fines de julio de 1966, a raíz de la intervención a las Universidades Nacionales decretada por el nuevo gobierno de facto argentino del General Onganía. El 29 de ese mes, la FCEyN-UBA fue asaltada por la policía. Este episodio, conocido como la «Noche de los Bastones Largos», desencadenó renuncias masivas que afectaron particularmente la actividad del IC y el plantel docente de la carrera. Roto el equilibrio anterior, comenzó una reconfiguración implícita del perfil del egresado. Se multiplicaron las materias de Sistemas y Programación dictadas por profesionales de la empresa IBM, que convirtieron la carrera en una especia de apéndice del centro de capacitación de la multinacional. El nuevo perfil se apartaba así, tanto del «calculista» original, como del más próximo a las ciencias de la computación, promovido por los primeros graduados. Finalmente, en 1971, una prolongada huelga estudiantil, bajo banderas a la vez académicas y políticas, puso fin al monopolio de IBM y permitió la introducción de un nuevo enfoque orientado a lograr profesionales capaces de desarrollar una tecnología independiente, en línea con el pensamiento «antidependentista»[4] de la época. El propósito del presente trabajo es poner en evidencia cómo la evolución del contenido de la enseñanza de la computación en Buenos Aires por aquellos años, lejos de responder a una «evolución natural» del progreso científico, obedeció a una interacción conflictiva de factores políticos, económicos y académicos.

## Creación de la carrera de Computador Científico.

Ya desde 1957 había comenzado el dictado de cursos para formar un plantel de profesionales e investigadores que utilizarían la computadora como herramienta central para la solución de problemas de matemática aplicada. El primer

[3] Por un lado los flamantes «ingenieros de sistemas» y la gente del IC compartían un ámbito, la Sociedad Argentina de Cálculo (SAC) y, por otro, dictaron materias de la carrera de CC, pero coordinadas o supervisadas desde el ámbito académico de la FCEyN.

[4] El concepto ha sido desarrollado por Adler, Emmanuel en «The power of ideology: the quest for technological autonomy in Argentina and Brazil». University of California Press. 1987.

curso fue sobre «Utilización de máquinas estadísticas basadas en tarjetas perforadas» y se sirvieron para tal fin de equipos del Servicio Meteorológico Nacional. Luego lo sucedieron otros que tenían como objetivo la divulgación de la nueva tecnología entre profesionales y técnicos de empresas estatales y de universidades del interior. En el mismo sentido se realizaron reuniones interdisciplinarias con el objeto de difundir la utilidad que podía tener la computadora en los distintos sectores. Pero lo más importante era poder contar con el personal capacitado para aprovechar la máquina con que contaría el Instituto de Cálculo, y ser los soportes técnicos de los investigadores que la utilizarían. Desde la instalación de la FM, a principios de 1961, comenzaron a dictarse cursos mas especializados de programación en los lenguajes Autocode (el lenguaje de alto nivel de la FM, orientado a las aplicaciones de cálculo) y el lenguaje macroensamblador PIG-2, más próximo al lenguaje de máquina. Estos cursos fueron los precursores de la futura carrera de Computador Científico.

La primera propuesta formal para establecer la nueva carrera fue elaborada por el claustro del Departamento de Matemáticas el 14/9/62 y aprobada por el CD de la FCEyN-UBA el 6/3/63. Pocos días después la propuesta fue elevada al Consejo Superior de la UBA. Este primer proyecto estaba fundamentado en «la creciente incidencia del uso de computadoras electrónicas en las actividades científicas y técnicas y la consiguiente exigencia de formar los expertos necesarios para satisfacer la demanda en esa materia»[5]. El mismo contemplaba 11 materias obligatorias (6 de matemáticas, 2 de análisis numérico, una de Investigación Operativa, un Seminario de Computación y Programación) y 12 puntos en materias optativas. El perfil de la carrera correspondía a la concepción del computador como una gigantesca calculadora, orientada a resolver complejos problemas de matemáticas, física o ingeniería, planeamiento de la producción o simulación de procesos. Por lo tanto su objetivo inicial fue la formación de profesionales aptos para auxiliar a los investigadores científicos. Desde el punto de vista académico se trataba de una carrera «menor» de unos 3 años y medio de duración que, junto a una fuerte cantidad de materias de matemáticas, tenía como orientaciones principales el cálculo numérico y la investigación operativa. Estas orientaciones eran las predominantes entre los grupos de investigación del IC.[6] Por otra parte, las cuestiones relativas a los fundamentos teóricos no eran parte de la carrera. Por ejemplo en 1963 el prof.. Bernard Vauquois dictó tres cursos: Sistemas formales y lenguajes (30 hs.),

[5] Resolución CD 34/63- FCEyN (UBA).

[6] La excepción fue un grupo de lingüística. Mas adelante el grupo de programadores desarrolló un nuevo lenguaje de programación de «alto nivel» para la FM (denominado ComIC), lo que constituyó una experiencia novedosa, que podríamos enmarcar en «ciencias de la computación».

caratulado como para matemáticos, Sistemas lingüísticos y sistemas lógicos (21 hs.), para lingüistas y lógicos y Algebra de Boole y Programación (10 hs.), para matemáticos y «especialistas de máquinas».[7]

La carrera se inició ya antes de la aprobación formal de la UBA, pero al final del primer semestre se generó un primer replanteo del curriculum, a partir de una propuesta de Sadosky y Zadunaisky[8], o sea de los propios mentores de la nueva especialidad. La novedad fue la introducción de otras dos materias obligatorias: Seminario Elemental de Cálculo, concebida como entrenamiento básico en el uso de computadoras, sobre en todo en los aspectos a ser explotados en las materias de Análisis Numérico, y Sistemas de Procesamiento de Datos «que permitirá al graduado en esta carrera conocer los principales métodos generales de utilización de computadoras en los medios comerciales e industriales..».[9] Este nuevo plan que a la vez implicaba la disminución a 8 puntos del total de optativas, con el objetivo de mantener la carrera como «menor», fue elevado a la UBA como modificación del anterior y aprobado por el Consejo Superior de la Universidad en Octubre de 1963.

Ya en el inicio la cuestión del perfil del egresado se tornaba materia de debate[10], en momentos en que la introducción de las primeras computadoras en empresas ya se hacía notar.[11]

## Los primeros años (1963-1966)

En esta primera época, hasta la intervención de 1966, las materias «técnicas» de computación propiamente dicha tenían un perfil netamente operativo. Apuntaban al uso práctico de las computadoras. Por ejemplo, la materia Programación en el primer cuatrimestre de 1963 (o sea en su primer dictado en la flamante carrera) consistía de dos partes: Computadora IBM 1401 y Computadora Ferranti-Mercury, respectivamente y la única bibliografía eran los ma-

[7] La caracterización del público de estos cursos surge de las propuestas elevadas al Consejo Directivo para aprobar su dictado.

[8] De la nota elevada por el Prof. José Babini, director adjunto del Depto. de Matemáticas al Dr. Rolando García, decano de la FCEyN, de fecha 1/7/1963.

[9] Ib idem

[10] La resistencia de Sadosky a considerar –dentro de la FCEyN- la orientación «comercial» de las computadoras surge de entrevistas de los autores con diversos protagonistas, entre ellos Sergio Orce, Juan Chamero, y Daniel Viñoly.

[11] Ver más adelante el Cuadro II con la evolución de la instalación de computadoras en esos años.

nuales de referencia de ambos equipos.[12] El primer programa de Sistemas de Procesamiento de Datos, también de 1963, cuyo propósito ya mencionado era facilitar la orientación hacia las aplicaciones «extra-académicas», era principalmente una introducción a la estructura de la computadora, a sus elementos constitutivos (la entrada/salida, el funcionamiento de los discos, etc.) con un par de secciones al final acerca de 'Organización de archivos' y 'Simulación'.

Durante esos primeros años, de la mano de la creciente inserción de las computadoras en empresas públicas y privadas, comenzó a conformarse un nuevo campo profesional, del cual formaban parte los «ingenieros de sistemas», jóvenes profesionales formados por las empresas proveedoras y los primeros egresados de la nueva carrera.[13] En realidad los dos grupos estaban en parte superpuestos, ya que las empresas proveedoras de equipos se acercaron a la Universidad para reclutar sus especialistas.[14] En todo caso existía una relación de equilibrio entre ambos campos, el de los negocios y el de la academia, sostenida en los intereses de cada parte.

En 1965 un núcleo de recientes graduados y de estudiantes que ya trabajaban en la industria propusieron un plan de estudios para la formación de Licenciados en Computación. Esto implicaba una reconceptualización de la especialidad, que la colocaba a la par de las otras carreras de Ciencias Exactas, como Matemáticas o Física, y estaba en consonancia temprana con movimientos similares en otras partes del mundo.[15] Esta propuesta fue desestimada en aquel

---

[12] «Efectivamente, enseñábamos la *Mercury-Ferranti* y la *IBM 1401*, la arquitectura, el lenguaje máquina y el lenguaje ensamblador de cada una de ellas, incluyendo naturalmente representación en binario y en BCD, con manejo de estructura de datos, no formalmente como lo aprendimos después; sino a nivel de mucha práctica, que se programaba rigurosamente en ensamblador.» De la entrevista de los autores a Victoria Bajar, docente de programación de aquella época.

[13] Los primeros graduados de CC fueron Victoria Bajar, Juan Carlos Angio y Julián Aráoz, los tres en 1964.

[14] El caso típico es el del Ing. Gustavo Pollitzer, que había sido ayudante de Sadosky en Ingeniería y un brillante alumno de los cursos que IBM daba sobre sus equipos y su programación. Pollitzer formó parte desde el inicio del cuerpo docente de la nueva carrera, a diferencia de otros funcionarios de IBM que ingresaron más tarde a cubrir el vacío dejado por las renuncias del '66. Pero no es el único y podemos mencionar también, dentro de los que colaboraban con el IC y/o compartían espacios como la mencionada SAC, a J. Chamero, J. Vella, A. Pérez, M.Milchberg, D. Vergara, H.Scala, entre otros.

[15] El primer estándar académico para una carrera de «Computer Sciences» se publica en 1968 por parte de la ACM. William F. Atchison, Samuel D. Conte, John W. Hamblen , Thomas E. Hull, Thomas A. Keenan, William B. Kehl, Edward J. McCluskey, Silvio O. Navarro, Werner C. Rheinboldt, Earl J. Schweppe, William Viavant, David M. Young, Jr., «Curriculum 68: Recommendations for academic programs in computer science: a report of the ACM curriculum committee on computer science», March 1968, Communications of the ACM, 11 (3), pp.151-197

momento por las autoridades del Instituto de Cálculo, que seguían concibiendo al campo como auxiliar de las otras disciplinas.[16] Sin embargo, para esa misma época, se había incorporado una materia optativa, denominada «Sistemas de Información», cuyo dictado estaba a cargo de un ingeniero de sistemas, de estrecha relación con el IC, pero que revistaba en IBM. En dicha materia se realizaron algunas practicas «de campo» en el terreno del relevamiento y diseño de sistemas.[17] El debate sobre el perfil de la carrera estaba abierto y en pleno

[16] «...En ese momento nosotros creímos que teníamos una situación privilegiada, todos los profesores que nos enseñaron tenían una visión muy parcial de la computación, en computación nos daban clase los Ingenieros de Sistemas de las vendedoras de equipo (se llamaban Ingenieros de sistemas, porque eran graduados de ingeniería en diversas ramas civil, eléctrica, caminos, etc., como Scala de NCR, Chamero de IBM o licenciados en matemáticas o física, como Milchberg de BULL). Eran cursos de programación, manejo de cintas magnéticas, etc.. Las materias de matemáticas eran dadas comunes con la Licenciatura de Matemáticas y los cursos de matemáticas aplicadas eran dados por matemáticos (por ejemplo, Cálculo Numérico por Zadunaisky) o ingenieros (Investigación de Operaciones por el Ing. Marín). ...Nosotros reuníamos la visión de todos y decidimos escribir un programa de Licenciado en Computación, en el año 1965, equivalente a la Licenciatura de Matemáticas en duración y categoría. La presentamos a las autoridades del Instituto pero ellos no creían que computación tuviera categoría de licenciatura, y afirmaron que el Departamento de Matemáticas (del cual dependía la carrera) jamás lo aceptaría. Hay que tener en cuenta que hasta el currículo ACM'68 la mayoría opinaba que podría ser un postgrado de Matemáticas y Físicas y otros de la carrera de Contador según el enfoque que se diera....». Comunicación personal de Julián Aráoz Durand a los autores. El programa mencionado por el Dr. Aráoz fue luego la base del que se implantó en la Universidad Central de Venezuela. «...el programa que hicimos... era parecido al que implementamos en la Universidad Central de Venezuela en 1966; algunas de las cosas que incorporamos fue quitar los lenguajes de programación y hablar de conceptos de programación independiente del lenguaje que se usara en las prácticas, el estudio de grafos, de lógica y temas de lo que después se llamo matemáticas discretas...».

[17] El encargado de esa materia fue Juan Chamero. Inicialmente él y Gustavo Pollitzer daban sus clases sin nombramiento formal, pero a inicios de 1966 Manuel Sadosky propuso sus designaciones con el rango de Profesor Adjunto. Sus nombramientos fueron aprobado por el CD de Exactas, pero su confirmación por la UBA llegó luego de la noche de los bastones. Pollitzer se notificó y siguió siendo docente de la carrera de CC por muchos años. Chamero no concurrió mas a la FCEyN y su designación fue cancelada de oficio. El primer cuatrimestre de 1966, para la materia «Sistemas de Información», Chamero había requerido la ayuda de colegas que estaban actuando fuera de la academia y las prácticas se realizaron en torno a los sistemas que estaban intentando desarrollarse en el Hospital Escuela de la UBA (que tenía un crédito del BID a ese efecto). En esa oportunidad los estudiantes «practicaban», en primer lugar, lo que era relevar las necesidades de un usuario. En el segundo semestre de1966 estaba previsto dictar nuevamente Sistemas de Información, pero la intervención lo frustró. Fuentes: Expedientes 409514 y 409515 de la FCEyN y entrevista de los autores a Heriberto Scala, quien fue uno de los ayudantes de la materia.

desarrollo,[18] pero quedó interrumpido por la Noche de los Bastones Largos y la renuncia de la casi totalidad del personal del Instituto de Cálculo.

## El predominio de IBM (1966-1970)

El vacío de docentes de la carrera en las materias obligatorias de Programación y Sistemas de Procesamiento de Datos y en las optativas afines, fue cubierto por funcionarios de IBM, que convirtieron esa orientación de la carrera en una especie de filial del centro de formación de la empresa.[19] El paradigma fue la materia Programación cuyo contenido fue, por varios años, el aprendizaje de la cartilla de instrucciones del Assembler del equipo IBM 360 -la novedad de esos años en sus diversos modelos- y del lenguaje FORTRAN, orientado a IBM y dictado siguiendo un esquema de Manual. Sin embargo esto no implicó una ruptura aparente con el período anterior, ya que -como se dijo en las secciones previas- la enseñanza de los temas 'técnicos' de computación- en particular la programación de computadoras- era concebida como algo operativo: el aprendizaje de manuales y lenguajes para que los 'computadores científicos' los aplicaran a resolver problemas de cálculo. Claro que esta breve tradición mantenía un razonable «pluralismo» (se enseñaban los manuales de la Mercury y de la IBM vigente en ese momento y ahora se enseñaba sólo IBM) y correspondía a un momento histórico de la disciplina y al peculiar enfoque con que se creó la carrera. Tampoco era una novedad la participación, convidados por Sadosky, de ingenieros de sistemas de IBM para el dictado de cursos específicos. Sin embargo, roto el equilibrio, el desembarco masivo de los funcionarios de IBM produjo un cambio implícito del perfil de la carrera en un sentido opuesto, tanto al de la concepción previa, ya que el cálculo y la investigación operativa quedaron relativamente relegados,[20] como al proyecto de Aráoz y de los primero egresados, que apuntaban a un perfil de «Computer Sciences». En

[18] «Pronto se vio que la cantidad de aplicaciones posibles de la computación era mucho mayor de lo inicialmente previsto y que la carrera estaba demasiado sesgada al calculo numérico (como la computación en general de ese entonces) y descuidaba el problema de manejo de grandes cantidades de datos y otras aplicaciones administrativas (sistemas).Por entonces (c.1965), ya hubo algunos intentos de poner mas énfasis (y materias u horas) en temas de sistemas y se comenzó a hablar de una comisión o grupo que se ocuparía de reformar el Plan de Estudios.» Héctor Monteverde, Comunicación personal a los autores.

[19] Después de la intervención ingresan R. Forno, H.Terrizzano, J. Castells, H. Castro y J.Diaz, entre otros ingenieros de sistemas de IBM. Con la presencia de todos ellos se multiplicaron las materias optativas destinadas a enseñar lenguajes y otras técnicas orientados a los equipos de la empresa.

[20] Este relegamiento se evidencia en la escasez de optativas y se asienta en la desaparición y/o decadencia de los grupos de investigación del IC, que eran los demandantes de calculistas científicos.

efecto, sin mediar una reforma curricular,[21] lo que se multiplicó fue la oferta de materias optativas de programación de distintos lenguajes, en un sentido de mera formación técnica, sin la enseñanza de los fundamentos.[22] El peso de esta reorientación puede analizarse mejor observando el Cuadro I, dónde, bajo el título Optativas Cálculo, englobamos todas las materias optativas que no pertenecen al área Programación y Sistemas (como Investigación Operativa II, Teoría de Control, etc.). Como puede verse, no sólo crecieron las optativas de Programación y Sistemas frente a las de Cálculo (en especial en 1969 y 1970), sino que el peso de IBM dentro de ese grupo de materias era enorme. Un dato no menor, que complicaba el panorama, era que la Mercury, que siguió operando hasta mediados de 1970, no podía procesar los trabajos de los alumnos de las materias de sistemas, ya que no poseía los compiladores adecuados. Por lo tanto Clementina ofreció sus servicios solamente para los trabajos prácticos de las materias de cálculo numérico. Sin embargo el cambio implícito de perfil y de expectativas sobre la carrera llevó a la expresión de que «no había computadora para los alumnos». En muchos casos los programas se procesaban en el Data Center de IBM, llevados directamente por los estudiantes, a tal punto que se llegó a proponer al Depto. de Matemáticas la organización de un circuito de traslado de ida y vuelta de lotes de tarjetas y resultados impresos para evitar la congestión en la sede de la empresa. [23]

Este intento de constitución de un nuevo perfil del egresado apuntaba a una orientación mucho más definida hacia el mercado de las empresas, pero con la matriz conceptual de IBM, tal como lo señaló un tiempo después Gregorio Klimovsky[24].

---

[21] Hubo varios proyectos de reforma de Plan de estudios de CC que, así como ocurrió con otras iniciativas como el reemplazo de la Mercury, quedaron en el camino. Nos basamos para realizar esta afirmación en la presencia, dentro de los planes de trabajo existentes en los expedientes de recontratación de diversos profesores de la carrera, de referencias a su participación en un grupo de reforma curricular. Asimismo en un Currículo Vitae de G. Pollitzer aparece su condición de autor de un nuevo plan que tenía como característica la escisión de la carrera en dos: una de calculista y otra de sistemas. No han quedado testimonios en los archivos de la FCEyN del contenido de estos proyectos.

[22] Como surge de los propios programas que están archivados en las dependencias de la FCEyN.

[23] Nota presentada por el Ing. Pollitzer, a inicios de 1970. Exp. 419989 FCEyN-UBA.

[24] «...algunas empresas no han hecho absolutamente nada para tratar de apropiarse de la carrera de matemática pura en la Facultad de Ciencias Exactas de Buenos Aires, pero si en cambio se posesionaron de la carrera de computador científico, cambiándola de una carrera primitivamente destinada a formar matemáticos aplicados de muy alto nivel, no sólo en computación sino en todos los campos del cálculo numérico, en otra que sólo intenta formar un tipo de individuo que pueda conocer al dedillo algunas técnicas de programación y algunos catálogos de máquinas, ya que esto es lo único que les interesa a estas compañías. Indudablemente, ellas no van a fomentar la enseñanza de cierto tipo de cosas que reservan para su central metropolitana extranjera y no para la colonia que consideran que somos...» Gregorio Klimovsky, «Ciencia e Ideología», Mayo 1971, Ciencia Nueva **10**.

| Año | Optat. Cálculo | | | Optat. Prog&Sist | | | Total Prog&Sist | | | Total Carrera | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Total | IBM | %IBM | Total | IBM | %IBM | Total | IBM | %IBM | Total | IBM | %IBM |
| 1966 | 4 | 0 | 0,00% | 2 | 0 | 0,00 | 4 | 1 | 25,00 | 13 | 1 | 7,69 |
| 1967 | 4 | 0 | 0,00% | 2 | 2 | 100,00 | 4 | 4 | 100,00 | 12 | 4 | 33,33 |
| 1968 | 2 | 0 | 0,00% | 2 | 2 | 100,00 | 4 | 4 | 100,00 | 10 | 4 | 40,00 |
| 1969 | 2 | 0 | 0,00% | 5 | 4 | 80,00 | 7 | 6 | 85,71 | 13 | 6 | 46,15 |
| 1970 | 2 | 0 | 0,00% | 6 | 5 | 83,33 | 8 | 7 | 87,50 | 14 | 7 | 50,00 |
| 1971 | 6 | 0 | 0,00% | 2 | 1 | 50,00 | 5 | 3 | 60,00 | 15 | 3 | 20,00 |

**Cuadro I:** Peso de la presencia de IBM en el dictado de materias. Fuente: Archivos de la FCEyN

Es importante detenerse en este punto. El impacto que podía tener, en aquel momento, formar a los profesionales exclusivamente en la tecnología de IBM, era mucho mayor del que tendría hoy. En aquellos años la empresa proveedora de hardware solía ser la que proveía el software y este a su vez era sólo compatible con el hardware para el que había sido diseñado. Para peor, en esas condiciones, cualquier migración de datos podía transformarse en una pesadilla. Por lo tanto, un profesional formado sólo con conocimientos sobre arquitectura y programación de computadoras IBM, que, muy probablemente, aconsejaría la compra de uno de estos equipos en la institución en la que trabajare como egresado, le aseguraría a la multinacional informática ingresos por la venta o alquiler del equipo, pero también por todo el software que ésta fuera a requerir (incluyendo, en muchos casos, las aplicaciones específicas para la empresa), por el mantenimiento del hardware y también por la compra o alquiler de futuros equipos donde pudiera reutilizarse el software que ya había sido comprado y los datos generados por éste a raíz de su utilización. Por otra parte el valor de estas adquisiciones no era nada pequeño. Un equipo costaba cientos de miles de dólares. Si a este análisis se le suma que en aquellos años la carrera de Computador Científico era una de las únicas que formaban profesionales en la región metropolitana, [25] se puede inferir el rol estratégico que puede haber tenido para IBM este posicionamiento en la FCEyN.[26]

[25] En 1967 se inicia una carrera de Sistemas en el Centro de Altos Estudios en Ciencias Exactas (CAECE) entidad privada de reciente formación y en 1969 la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) Regional Buenos Aires creó la carrera de Analista de Sistemas. Babini Nicolás, 2006, op.cit.

[26] No surgen evidencias de que el ingreso de numerosos ingenieros de sistemas de IBM haya constituido un plan formal corporativo. Según testimonios de ex funcionarios, las acciones concretas en la carrera de CC serían iniciativas de Pollitzer. Sin embargo, hay acuerdo en que la actividad de G. Pollitzer en la Compañía consistía

En los años del período que nos ocupa se intensificó notablemente la introducción de computadoras y su rol en las empresas, en lo que se iba constituyendo en un fenómeno económico y social relevante, tal como puede verse en el Cuadro II y en su representación gráfica en la Figura 1.

| Año | Cant Total | Cant IBM | %IBM (1) | %IBM (2) |
|---|---|---|---|---|
| 1960 | 5 | 2 | 40 | 40 |
| 1965 | 40 | 24 | 62,86 | 60 |
| 1968 | 223 | 130 | 57,93 | 58,16 |
| 1969 | 340 | 217 | 74,36 | 63,82 |
| 1972 | 479 | 296 | 56,84 | 62,18 |

(1) Porcentaje sobre las máquinas compradas desde la ultima medición
(2) Porcentaje sobre el total en cada momento.

**Cuadro II:** Crecimiento del parque instalado de computadoras.
**Fuente:** Babini, Nicolás, «La informática en la Argentina. Crónica de una frustración». Ed, Dunken, Buenos Aires. 2003.

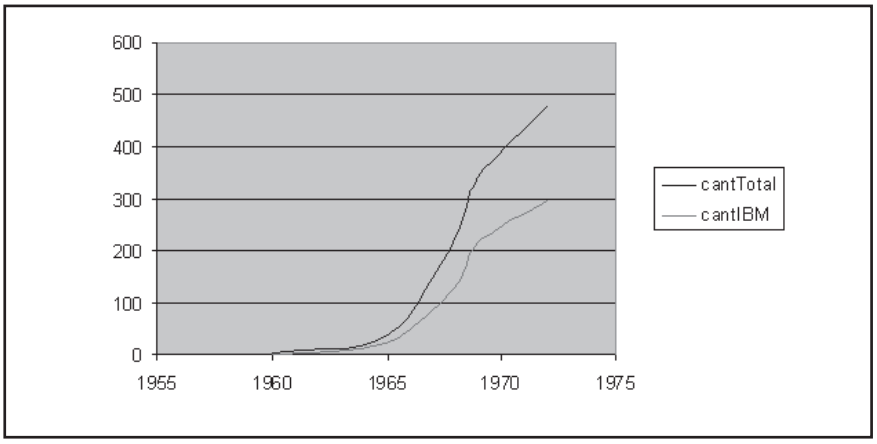



**Figura 1:** Crecimiento del parque instalado de computadoras.
**Fuente:** Babini, Nicolás(2003). Op.cit.

en su desempeño en el medio académico y universitario. Además hay que suponer que la IBM avalaba la realización de tareas de docencia universitaria por parte de numerosos funcionarios. De lo anterior se puede inferir positivamente que la fuerte ingerencia en la carrera de CC era una decisión -al menos indirecta- de la corporación.. Las entrevistas mencionadas fueron hechas por los autores a Juan Chamero, Juan Vella y Daniel Viñoly, ex funcionarios de IBM.

El mercado laboral se ampliaba con puestos que permitían hacer carreras rápidas y obtener prestigio y buenos sueldos, a lo que se sumaba la atracción del desafío intelectual. Al mismo tiempo se iba consolidando la denominada «Computer Sciences», con trabajos pioneros de formalización y abstracción[27]. Un indicador del proceso fue la publicación del programa 1968 de la ACM para una carrera universitaria en la disciplina.[28] Todos estos factores llevaron, por un lado a un importante crecimiento de la matrícula de la carrera de CC y, por el otro, hicieron más evidente el desfasaje académico que se había creado a raíz del tipo de enseñanza que impartían los docentes de IBM. Esta situación, sin embargo, no había sido problematizada, ni por el prestigioso Departamento de Matemáticas, del cual dependía la carrera, ni por las autoridades de la Facultad, dependientes del régimen militar, encabezadas por el Dr. Zardini, un geólogo que era confeso admirador del fascismo y cuyo discurso estaba plagado de retórica nacionalista.

## El fin de la hegemonía de IBM: la huelga de 1971

Sin duda el desfasaje ya comentado, entre el nivel esperado por muchos y el sostenido por los docentes, la carencia de equipos donde hacer las prácticas (ya se había producido la parada final de la FM y el fracaso de las gestiones para su reemplazo), se conjugó con la radicalización política ascendente en la época, de modo tal de que, en el primer cuatrimestre de 1971, una huelga total de los estudiantes de la materia Programación, puso fin a la hegemonía absoluta de IBM.

El movimiento se había iniciado a raíz de la desaprobación masiva de un parcial, pero se transformó rápidamente en una lucha contra la colonización y la desjerarquización de la carrera y logró la expulsión de los profesores de IBM de esa materia. A partir del descontento inicial frente a la actitud cerrada de los profesores, el planteo estudiantil llegó rápidamente a exigir que se cambiara el contenido de la materia haciéndolo más general, para que posibilitara no sólo utilizar equipos de fabricación IBM sino de otras marcas, e, inclusive, obtener el nivel suficiente como para poder desarrollar software de base.[29] La lucha

---

[27] Un caso típico es *Dijkstra, E. W., «Letters to the editor: go to statement considered harmful», March 1968,* Communications of the ACM ***11*** *(3): 147-148*

[28] Communications of the ACM, **11** (3), pp.151-197, ya citada.

[29] «Al principio no discutíamos el plan de la materia (era Principios de Operación, programar en Assembler y Fortran IBM), creo que la mayoría no comprendíamos que ahí estaba el quid. En las reuniones para ver qué hacíamos , que empezaron a hacerse más numerosas, fuimos comprendiendo que en lugar de enseñar conceptos y a lo sumo dar como ejemplo las instrucciones de máquina en determinada marca; estábamos recibiendo las instrucciones a manera de fórmulas magistrales que difícilmente podríamos emplear si trabajábamos con equipos de otras marcas. Entonces ya no era un problema de la materia, sino de la carrera. Estaban generando expertos

incluyó, entre otras medidas, no tomar las clases, no permitir ingresar a los profesores, realizar actos de repudio frente a las oficinas de IBM y, al mismo tiempo, buscar una perspectiva académica y profesional diferente.[30] El conflicto se desarrolló a pesar de la existencia de un clima de control e intimidación, cuando no de represión abierta.[31] En la materia convivían estudiantes de todas las tendencias políticas que militaban en el movimiento estudiantil, más una mayoría que no estaba en ninguna corriente. Sin embargo en ese momento se dejaron de lado las diferencias para concentrarse en esta lucha común.

En el momento en que este movimiento se desarrollaba, ya existía un punto de referencia diferente dentro de la carrera. El Ing. Esteban Di Tada, poseedor de cierta formación académica de relevancia [32] y que para la época desarrollaba sus actividades en el Centro de Cómputos de la Facultad de Ingeniería cuyo director era el Ingeniero Emilio Jáuregui, había dictado en el primer cuatrimestre de 1970 una materia optativa, denominada «Introducción a las Máquinas Secuenciales», cuyo programa introducía un conjunto de temas teóricos y estaba dictando, al momento de la huelga, otra optativa denominada «Lenguajes Formales», con un programa similar.[33] Luego de una serie de manifestacio-

---

en una marca. Y por entonces alguien consiguió una tarjeta profesional de los profesores que lo identificaba como «encargado de asuntos universitarios» o algo que sonaba más fuerte, desenmascarando intereses comerciales. La existencia de recursos humanos capacitados también era parte de la propaganda». Testimonio de Silvia Mitri. Entrevista de los autores julio a diciembre 2007.
«Se comenzó planteando el recuperatorio, luego la nulidad y se terminó cuestionando el contenido de la materia. A medida que avanzaba el cuatrimestre iba quedando más claro que no cederíamos, que lo que interesaba ya no era aprobar esa materia, cursar esa materia. Importaba generar nuevos contenidos y a partir de esos contenidos modificar la carrera en general. Testimonio de Mirta Perez.

[30] «Le levantabamos la clase a Forno y Terrizano y la convertiamos en asamblea.» Testimonio de Mónica Lichtenstein. Entrevista de los autores julio a diciembre 2007. «Recuerdo cosas tales como pintarle a la IBM, ibm go home « Testimonio de Mirta Perez. «Realizábamos reuniones de trabajo, donde los profesionales que estaban a favor del cambio de plan de estudios nos explicaban por que hacerlo y hacia donde nos orientábamos.» Testimonio de. Mónica Lichtenstein..

[31] «Siempre había soldados armados en la puerta. Nos revisaban el contenido de las carteras, cada vez que entrábamos. Solía haber carros de asalto escondidos entre los árboles de la costanera o los carritos.. En las clases teóricas aparecía gente que no conocíamos, no parecía que fueran a prácticos.» Testimonio de Silvia Mitri. «El contexto era intimidante: en Análisis I nos arrebataron a nuestro ayudante para interrogarlo, nos negamos a irnos hasta que nos lo devolvieran.» (En otra oportunidad) «nos mandaron la Guardia de Infantería con bombas de gases y bastones» Testimonio de Verónica Dahl. Entrevista de los autores julio a diciembre 2007.

[32] Realizó un posgrado en Francia y una maestría en EEUU.

[33] En este programa se incluían distintos tipos de autómatas y gramáticas, así como la vinculación entre ellos.

nes y negociaciones que se prolongaron desde fines de mayo hasta principios de julio de 1971, y pese a la dureza inicial de los profesores de la materia, el movimiento tuvo éxito. Los ingenieros Forno y Terrizzano, cuyos contratos (de renovación anual desde 1966) finalizaban el 31 de julio, presentaron una solicitud de licencia el 19 de julio por los 12 días restantes.[34] El Departamento de Matemáticas, que ante la extensión y radicalización del conflicto había tomado un rol mas activo, propuso el dictado de la materia en forma extraordinaria en el segundo cuatrimestre (lo habitual era que se dictase en el primero) y le ofreció al Ing. Di Tada hacerse cargo de la materia. El nuevo contrato del Ing. Di Tada contemplaba una dedicación full time, era solicitado en forma conjunta por el Departamento de Matemáticas y el Instituto de Cálculo para desarrollar tanto docencia como investigación y el importe mensual acordado era superior al correspondiente a la categoría docente asignada (Profesor Asociado).[35] También se pedía la designación como profesor adjunto interino, con dedicación full time, del Ing. Luis Trabb, joven graduado que compartía con Di Tada tareas en el Centro de Cómputos de Ingeniería y que fue un destacado animador del nuevo cariz que tomó la enseñanza de la programación.[36]

¿Cómo fue posible un triunfo en toda la línea de los estudiantes en un momento de dictadura y con un decano «de línea dura» como era Zardini?

Para dar una respuesta es necesario, por un lado, tener en cuenta el marco político general del país signado por un debilitamiento del gobierno militar, en especial a partir de las grandes movilizaciones populares de 1969 y 1970, de las cuales la más conocida fue el «Cordobazo», sobre el que no ahondaremos por escapar al alcance de este trabajo, y por otro, analizar los distintos actores involucrados directamente en el conflicto y sus posicionamientos frente al mismo:

1. Los estudiantes mantuvieron el rol protagónico, dado que impidieron la continuidad del dictado de la materia ocupando el aula y realizando diversas actividades. Se mantuvieron firmes en sus reclamos, pese a la actitud de los docentes a cargo, que habían comunicado que, a los

[34] La solicitud de licencia aparece manuscrita con el mismo texto y en las hojas que usaba el Departamento de Matemáticas, lo que permite inferir que el Departamento los convocó y se les dio esa opción como salida «elegante».

[35] En cuanto a las características especiales del contrato propuesto, ver Exp. 422311 FCEyN-UBA.

[36] «Así llegamos a Di Tada y a Luis Trab, y, después de todo un cuatrimestre de luchas y búsquedas, pudimos modificar el contenido de la materia con la propuesta que ellos traían. Recuerdo discutir con Luis en el bar del Pabellón I la propuesta de contenido. Creo que nunca hicimos más contentos una materia....» Testimonio de Mirta Perez.

efectos de los exámenes, darían por cubiertos los contenidos de las clases, aunque estas no se dictaran y a los intentos de negociación que realizó el Director del Departamento de Matemáticas (DM), Prof. Balanzat, en la medida en que no los consideraron satisfactorios. De hecho estuvieron dispuestos a perder un cuatrimestre de cursada, que podría haberse extendido a un año perdido, si no hubiesen logrado que la materia se cursara en forma extraordinaria en el segundo cuatrimestre. Esta actitud decidida se conjugó con una unidad por sobre las diferencias políticas. Fue determinante, por otra parte, el salto conceptual dado por la mayoría, al pasar a cuestionar el tipo de enseñanza, más allá del episodio del parcial, salto en el cual influyó seguramente el clima político radicalizado de la época.

2. Los profesores titulares de Matemáticas, de larga tradición científica y gran prestigio, no tuvieron más remedio que involucrarse cuando el conflicto trascendió. Luego de informes verbales al decano por parte del Prof. Balanzat, a cargo del DM, éste sostuvo una reunión con los estudiantes de la cual informó por escrito. En esa nota, si bien pone en el centro la cuestión de la escasez de auxiliares y la falta de una computadora, agrega que «los alumnos alegan también…nivel inadecuado».[37] Casi un mes después de esta reunión, a los cuarenta días del inicio del movimiento, ante la evidencia de la continuidad del mismo (y la falta de respuesta del decanato), se produjo una reunión de claustro de profesores que emitió una declaración unánime, dirigida al Decano. En dicha nota comienzan ratificando la posición expresada por Balanzat, pero luego avanzan notablemente sobre la misma, al señalar la necesidad de replantear «el contenido y métodos de enseñanza de esa asignatura». Por otra parte, si bien llaman la atención a los estudiantes por lo «desacertado de su actitud al extremar medidas», proponen como solución el dictado de la materia en el 2$^{do.}$ Cuatrimestre (reivindicación estudiantil que, a la vez, implicaba desplazar a Forno y Terrizzano, ya que habían informado que no se harían cargo) y se ocupan de asegurar que en la integración de las mesas de examen «…se extremarán los recaudos pertinentes para garantizar la máxima imparcialidad…» [38] En forma im-

[37] Nota del Prof. Balanzat al Decano del 11-6-1971, Exp. 420022. La reunión que allí se comenta tuvo lugar el 4 de junio. Balanzat afirma que los alumnos también piden el dictado de nuevo de la materia en el 2do. Cuatrimestre, dictado del que -informa Balanzat- Forno y Terrizzano ya han dicho que no se harán cargo. El tono de Balanzat es contemporizador.

[38] Declaración del Claustro de Matemáticas del 30-6-1971, Exp. 420022. La firman los profesores titulares de dicho Departamento: Balanzat, Villamayor, Castagnino, Calixto Calderón, Segovia Fernández, Trejo y González Domínguez.

plícita, pero clara, es un respaldo a los reclamos estudiantiles. Indudablemente la verificación del lamentable nivel de enseñanza de la programación afectaba directamente su prestigio científico, dado que la carrera estaba bajo su responsabilidad.[39]

3. Los ingenieros Forno y Terrizzano, a cargo de la materia, se colocaron en una actitud de enfrentamiento. Por un lado, declararon que los contenidos previstos de las clases, aunque las mismas no se pudiesen dictar por estar los estudiantes en estado de asamblea, se considerarían dictados y se tomarían en los exámenes. Por otro lado, en una nota al Prof. Balanzat, atribuyeron los problemas de fondo a la inadecuación del plan de estudios y la falta de computadora, redujeron las reivindicaciones estudiantiles al reclamo por la anulación de un parcial y sostuvieron que todo el conflicto había sido provocado por «un grupo perfectamente identificado de activistas» que habían manejado muy bien a la mayoría.[40] Esta actitud y el uso del típico lenguaje reaccionario de la época normalmente hubieran convocado a las autoridades en su apoyo, dada su conformación ideológica, si no fuera por los conflictos cruzados que existían entre el decano y el rector de la UBA, conflictos que tenían a la empresa IBM en el centro de los cuestionamientos.
4. El decano Zardini, que ideológicamente se podría haber alineado con la visión de Forno y Terrizzano, estaba embarcado, en ese mismo momento, en un enfrentamiento con el rectorado de la Universidad a propósito de la compra de una nueva computadora para reemplazar a la mítica Clementina, que había dejado de funcionar a mediados del año anterior.[41] En la UBA la propuesta de Exactas (un equipo Burroughs) había sido bloqueada y Zardini

[39] «Declarar que es preocupación constante de este Departamento el mejoramiento de nivel de los cursos del mismo y que los problemas creados, además de los datos obtenidos de una supervisión previa, sugieren la necesidad de un estudio urgente y replanteo del contenido y métodos de enseñanza de esa asignatura…». Extracto de la declaración del Claustro de Matemáticas del 30-6-1971, Exp. 420022.

[40] Carta de los Ings. Forno y Terrizzano al Dr. Balanzat de fecha 3-6-71. Exp. 420022. Allí consta que el parcial que desencadenó la huelga había sido tomado el 20 de mayo, que el 28 fue planteado el primer reclamo a los profesores, en asamblea de estudiantes. Que el 31 de mayo los alumnos no aceptaron discutir en su presencia, por lo que tuvieron que retirarse y que el 2 de junio les comunicaron el rechazo a las propuestas de la cátedra de un nuevo parcial voluntario y algunos cambios cosméticos en el uso del tiempo de clases. Como ya se dijo el 4 de junio fue la reunión con Balanzat.

[41] En el marco de las luchas intestinas en el seno del régimen militar, el decano Zardini se ubicaba entre los «nacionalistas» de extrema derecha, mientras que el rector y su equipo se recostaban en la vertiente «liberal».El lenguaje de los profesores en su nota, poco aséptico proviniendo de gerentes de IBM, parece calculado para conseguir el alineamiento con su causa de los filo nazis como Zardini.

«de acuerdo a sus propias declaraciones» veía tras el conflicto la mano de IBM.[42] Por otra parte, según los testimonios de protagonistas, la condición de ex oficial de marina del Ing. Di Tada, que era la alternativa propuesta por el Depto. de Matemáticas, facilitó el trámite del reemplazo y la propuesta de contrato extraordinario ofrecida a Di Tada.[43]

En definitiva, dados los alineamientos de fuerzas que se produjeron, los dos profesores de programación, en tanto representantes de IBM quedaron aislados y, como ya comentamos, tuvieron que optar por la salida elegante de una licencia que anticipara el fin de sus contratos.

## Un nuevo espíritu: «Hacer cosas nuestras»

Los nuevos responsables de la materia reconvirtieron totalmente el programa de la misma, pasando a dictar los fundamentos teóricos de la programación y a realizar las prácticas con un lenguaje abstracto respecto a cualquier máquina particular, desarrollado por ellos mismos. Sin embargo, el nuevo enfoque tampoco correspondía a una primera materia de Programación para los estándares del momento, pero por motivos opuestos a los que caracterizaban el dictado por parte de los docentes de IBM. En efecto, en consonancia con los ideales de independencia tecnológica de la época, el mensaje de los nuevos profesores era «decirle a todo el mundo que viene a estudiar ... que la computadora es una herramienta más y que no hay nada difícil ni misterioso y que se puede hacer acá...».[44] Esta creencia estaba reforzada por un cambio tecnológico producido por la aparición de la serie PDP de computadoras de la firma Digital. En particular la PDP11, que se convirtió rápidamente en el equipo estándar instalado en las universidades de EEUU, era una máquina muy bien diseñada que, con un tamaño muy pequeño para la época, permitía hacer todo lo que las máquinas grandes podían hacer. «…Si con una máquina cara y vieja como la de IBM pudimos hacer algo, por qué no pensamos en crear un grupo de gente que pueda -con la tecnología que hay ahora - hacer cosas nuestras....».[45] La intención era también habilitar a los futuros graduados a que supieran elegir, en caso de decidir una

[42] Exp. 420621 FCEyN-UBA. Sobre este episodio puede consultarse también el trabajo de Carnota y Perez «Continuidades y rupturas: La segunda vida de Clementina…» en esta misma compilación.

[43] La hipótesis acerca de la influencia del origen militar de Di Tada la propuso el Ing. Trab en la entrevista con los autores, así como casi todos los estudiantes de la época que nos acercaron sus testimonios.

[44] Luis Trab, entrevista realizada por los autores para el presente trabajo. Julio de 2007.

[45] Luis Trab, en la misma entrevista. La referencia a la maquina IBM tiene que ver con las actividades en el Centro de Cómputo de la Fac. de Ingeniería.

compra. Siguiendo a Trabb, «...cuando hablábamos de lenguajes, en vez de decir cómo usar el lenguaje, nosotros creamos toda una forma de categorizar lenguajes: la parte declarativa, la parte procedural, paso de argumentos, las llamadas a subrutinas…Que más que nada tenían que ver con una visión de esto es lo que hay. Una taxonomía....que no es lo que realmente te hace falta para empezar a programar. Es como si lo que se supone que uno quiere hacer es enseñar carpintería y entonces se pone a definir martillos…Lo que pasaba es que tenía la sensación de que nos habían vendido los martillos caros, me parecía muy importante hablar, lo poco que yo sabía, de cómo eran los martillos y en realidad que cada uno supiera discriminar cuál era el que quería...».[46] Este episodio no significó un cambio completo del perfil de la carrera, ya que se limitó a una materia obligatoria. Pero la otra materia obligatoria «técnica» del plan (Sistemas de Procesamiento de Datos), si bien siguió a cargo del Ing. Pollitzer, cambió en su enfoque, al ritmo de la nueva situación. Alrededor de los nuevos docentes se consolidó rápidamente un grupo de estudiantes avanzados y recientes graduados que se convirtieron en los docentes auxiliares de Programación y de otras materias optativas que, esta vez a cargo del tandem Di Tada/Trabb, fueron desarrolladas en el mismo espíritu de la primera. Al mismo tiempo se creó un contramodelo respecto del estilo de la enseñanza anterior, que se convirtió en hegemónico por unos años. Con los cambios políticos de 1973, que significaron una fuerte apertura democrática a partir de la retirada del régimen militar y la elección de Héctor Cámpora como presidente argentino, ese grupo impulsó una renovación completa de la carrera. Como resultado se llegó a definir un programa para una Licenciatura en Computación, que fue aprobado en la 'primavera democrática' de 1973/74, pero que nunca se pudo implementar ya que fue archivado por la intervención a las Universidades de fines de 1974, preludio de la nueva dictadura. También muchos de ellos contribuyeron a proyectos de envergadura en otros ámbitos como la frustrada computadora Cifra 1000 que Fate[47] nunca llegó a producir. La licenciatura tuvo que esperar a la restauración democrática de 1984 para ser una realidad.

## Conclusiones

Desde su inicio, la carrera de Computador Científico estuvo sometida a

[46] Luis Trab, idem anterior.

[47] Fate importante empresa de capitales argentinos, se originó en la industria de los neumáticos y luego desarrolló una rama de electrónica (Fate Electrónica) que llegó a posiciones de liderazgo en el mercado latinoamericano de calculadoras a inicios de la década de 1970. En la primera mitad de la década de 1970, Fate Electrónica se lanzó al diseño y fabricación de un minicomputador (la Serie 1000). Al respecto puede consultarse el trabajo de Roberto Zubieta «La Serie 1000» en esta misma compilación.

tensiones, más o menos explícitas, alrededor de la definición de su perfil. En realidad estas tensiones expresaban en lo fundamental la acelerada evolución del fenómeno de la computación a lo largo de la década de 1960 y principios de la siguiente. La imagen de la súper calculadora científica se fue transformando en la de una herramienta fundamental para gestionar empresas e instituciones, al ritmo de las rápidas transformaciones socio-técnicas de esos años.[48] Al impulso de esas mismas transformaciones se desarrollaron las bases teóricas de lo que dio en llamarse «ciencia de la computación». Sobre este panorama dinámico se superpusieron las crisis político-institucionales de la Argentina. Las secuelas de la «Noche de los Bastones Largos» se hicieron sentir en forma notoria en la carrera, aunque, en la superficie, parecía existir una continuidad que enmascaró la reorientación, en los hechos, por parte de IBM del perfil de la misma.[49] Hacia 1971, un conjunto de factores internos y externos, tanto académicos como políticos, se conjugaron para comenzar a abrir una nueva etapa en la que estuvieron presentes las ideas de lo que luego dio en llamarse el pensamiento latinoamericano sobre ciencia y tecnología.[50] En este cambio jugó un papel principal un movimiento estudiantil que supo amalgamar lo gremial, lo académico y lo político, características que preanunciaron las tumultuosas épocas que le siguieron durante 1973 y 1974.

## Agradecimientos

Agradecemos a los protagonistas de la época que nos ayudaron con sus recuerdos, particularmente a Esteban Di Tada, Luis Trabb, Mónica Lichtenstein, Silvia Mitri, Verónica Dahl, Silvia Sundheimer y Silvia Clerici.

[48] Esta transformación puede muy bien representarse con un cambio terminológico desde el cálculo a la informática.

[49] Estos aspectos de continuidad en la carrera se explicitaron en la sección 4. Esa misma apariencia de continuidad es la que se pretendió mostrar en esos años desde el Instituto de Cálculo, con pomposos balances de actividad de «investigación científica». Ver «Continuidad formal y ruptura real: la segunda vida de Clementina»; Carnota, Raúl y Pérez, Mirta en este mismo volumen.

[50] Nos referimos al conjunto de planteamientos y acciones que desarrollaron en diversos ámbitos y con matices diferenciados Jorge Sábato, Amilcar Herrera, Oscar Varsavsky, Darcy Ribeiro, Leite López y muchos otros. Ver por ejemplo «El Pensamiento Latinoamericano en la problemática Ciencia-Tecnología –Desarrollo-Dependencia.», colección de trabajos compilados por Jorge Sábato. Ed. Paidos. Buenos Aires. 1975.

# CAPÍTULO 10

## Testemunho e pesquisa: concepção e uso em produção dos protótipos do Núcleo de Computação Eletrônica/U.F.R.J. na década de 1970

Ivan da Costa Marques[1]

Professor Associado. Programa de Pós-Graduação em Informática do N.C.E.-I.M./U.F.R.J. Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia da UFRJ; imarques@ufrj.br

### Resumo

No Brasil, assim com em outras partes do mundo, a década de 1970 foi marcada por um movimento em prol de propostas de uma política tecnológica e industrial diferenciada para o setor de informática. Diversas universidades brasileiras produziram uma variedade de protótipos com os quais pretendiam demonstrar a capacidade tecnológica local de projetar artefatos digitais e sistemas de computação (hardware e software).

Este trabalho tem caráter histórico e testemunhal ao contemplar as atividades de laboratório de pesquisa e desenvolvimento a partir da criação, na década de 1970, da área de ensino e pesquisa no Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (N.C.E./U.F.R.J.), onde foram projetados e construídos vários protótipos de artefatos de computação e comunicação. Tal como aconteceu em alguns outros centros, o N.C.E./U.F.R.J. buscou aproximar-se de empresas procurando interessá-las na industrialização que completaria o desenvolvimento, levando os protótipos à condição de produtos industriais colocados no mercado. O caráter testemunhal deriva das citações do que o próprio autor escreveu durante a década de 1970, quando era responsável pela área de pesquisa e desenvolvimento do N.C.E./U.F.R.J., especialmente (Marques, 1974).

[*] O autor agradece o contínuo suporte do Núcleo de Computação Eletrônica da U.F.R.J., sem o qual não poderia se dedicar aos Estudos CTS (ciência-tecnologia-sociedade) e à história das ciências e das tecnologias no Brasil.

O estudo se volta para o projeto de artefatos e sistemas digitais no âmbito de uma linha específica de pesquisa e desenvolvimento no N.C.E./U.F.R.J. Esta linha de pesquisa universitária foi adotada em meio a diversas discussões e propostas de um tratamento diferenciado para a tecnologia e a indústria de computadores no Brasil na década de 1970. Inserida no ambiente acadêmico da pós-graduação em engenharia no Brasil de então, a proposição da linha de pesquisa do N.C.E./U.F.R.J. consubstanciou-se na confecção de diversos protótipos que, de uma forma ou de outra, completaram a vocação de serem industrializados e comercializados ou ainda, em certos casos, serem utilizados no cotidiano universitário em regime de produção fora do laboratório onde haviam sido desenvolvidos.

Finalmente observa-se que, não obstante um viés excessivamente acadêmico e uma visão excessivamente mecânica da sociedade, revelando quase uma caricatura da mentalidade "de engenheiro", as questões destacadas na época estão ainda hoje muito presentes nas discussões sobre como fazer pesquisa científico-tecnológica no Brasil. E, a partir destas questões, a linha de pesquisa adotada pelo N.C.E./U.F.R.J. colocou em circulação proposições que acabaram por configurar um processo em que universidade e indústria complementaram-se com relativo sucesso no desenvolvimento local de conhecimento.

## 1. Situando brevemente as universidades brasileiras na década de 1970[2]

Durante décadas após o seu aparecimento em meados do século XX, o computador eletrônico foi um artefato misterioso, mistificado pela imagem de um "cérebro eletrônico". Apesar disto, já nas décadas de 1960 e 1970, em muitos lugares, mesmo dentre as economias ditas industriais avançadas, a engenharia dos computadores ou dos sistemas de processamento de dados, ou seja, a informática, despontava como uma área especialmente importante. A tecnologia da informática havia adquirido um caráter estratégico e a importância de seu domínio havia sido ressaltada por líderes políticos preocupados com a hegemonia dos anglo-saxões no setor. Os governos de vários países buscavam se posicionar frente àquela tecnologia emergente. Em ressonância com estas preocupações a ONU criou na década de 1970 o "Bureau Intergouvernemental pour l'Informatique"[3] com sede em Roma, extinto após alguns anos.

---

[2] (Marques, 1980), (Dantas, 1988), (Evans, 1995 (2004)), (Adler, 1987), (Marques, 2000), (Marques, 2003)

[3] «Informatics: a political phenomenon», Intergovernmental Bureau for Informatics, 30 June 1975, mimeo. Em 1976 Valéry Giscard d'Estaing, presidente da França, encomenda a Simon Nora, Inspetor Geral de Finanças, o que veio a ser tornar o famoso «relatório Nora-Minc» (Nora e Minc, 1978) para orientar o desenvolvimento da informática na França, então preocupada com seu atraso.

Preocupações estratégicas também não eram estranhas a pelo menos uma parte dos militares que tomaram o poder no Brasil em 1964. A Escola Superior de Guerra (ESG), centro de difusão da ideologia da ditadura militar, construía a noção de "Brasil-potência" e acalentava um projeto sub-imperialista. Ao mesmo tempo em que perseguiu as ciências sociais ou humanas nas universidades brasileiras, a ditadura militar de então colocou em cena um projeto "técnico-desenvolvimentista" onde as ciências exatas e as engenheiras foram não só toleradas, mas, desde que não ultrapassassem os limites do que a ditadura entendia como bom comportamento político, vistas com simpatia e contempladas com recursos crescentes.

Também durante esta época, a partir da segunda metade da década de 1960, talvez pela primeira vez tenha-se logrado estabelecer no Brasil um fluxo regular e mais ou menos contínuo de uma quantidade significativa de estudantes recém graduados nas chamadas ciências exatas e nas engenharias, que recebiam bolsas para se pós-graduarem em universidades estrangeiras, principalmente nos EUA e na Inglaterra. Na década de 1970, uma parte daqueles profissionais que retornavam ao Brasil era oriunda dos quadros técnicos das próprias forças armadas, outra parte ocupava cargos técnico-administrativos das empresas estatais em crescimento acelerado, e uma grande parte incorporava o corpo docente das principais universidades brasileiras. É desta época a criação dos cursos e escolas de pós-graduação em engenharia nas principais capitais brasileiras. A origem do N.C.E./U.F.R.J. foi o Departamento de Cálculo Científico da COPPE (Coordenação dos Programas de Pós-graduação em Engenharia da U.F.R.J), instaurado em 1966 com a aquisição de um computador IBM 1130. Em uma re-organização administrativa este departamento tornou-se uma unidade da U.F.R.J. alojada no Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza (C.C.M.N.)

Ao retornarem de suas pós-graduações no exterior, os pós-graduados se colocavam nas universidades e nos centros (formais ou informais) de desenvolvimento das empresas estatais, e também das unidades militares. Nas universidades juntavam-se a eles, nas atividades de desenvolvimento, os alunos de graduação ou mestrado que trabalhavam no Brasil, muitos deles em fase preparatória para completarem sua formação no exterior. Assim, grupos de professores, empregados de empresas estatais e militares dos quadros técnicos passaram desenvolver localmente os conhecimentos e técnicas de informática a partir do que haviam aprendido no exterior.

É igualmente relevante observar que na década de 1970 não havia microcomputadores e as escalas da informática de então eram diminutas, se comparadas às de hoje. Da tabela I pode-se depreender não só a dimensão das escalas como o fato de que não havia nenhum fabricante brasileiro de computadores.

| Quantidade de equipamentos por fabricante / porte (Brasil 1973) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| porte ⇒<br>Fabricante ⇓ | máquinas contábi-lidade | mini | pequeno | médio | Grande | muito grande | total |
| fabricante | | | | | | | |
| Burroughs | 432 | | 127 | 66 | 4 | 8 | 637 |
| HP | | | 30 | | | | 30 |
| Honey/ CII/ Thompson | | | 39 | 28 | | | 67 |
| IBM | | | 374 | 137 | 41 | 25 | 577 |
| NCR | | | 4 | 7 | | | 11 |
| Philips | | 194 | | | | | 154 |
| Univac/ Siemens | | | 65 | 12 | | | 77 |
| Varian | | 10 | | | | | 10 |
| | | | | | | | |
| Total | 432 | 164 | 639 | 250 | 45 | 33 | 1563 |

**Tabela I.** Fonte: (Bueno, 1982:209).

Foi também nesta época que chegou ao mercado a série TTL de circuitos integrados.[4] A disponibilidade deste tipo de componente, que pela primeira vez tornou amplamente disponível no mercado internacional a preços relativamente baixos realizações físicas muito estáveis e padronizadas das funções lógicas que constituem os elementos básicos dos projetos de arquitetura dos computadores, deslocou as atividades de projeto em direção ao trabalho com lógica (software). A padronização decorrente diminuiu consideravelmente as chamadas "barreiras de entrada" ou custos iniciais não só da constituição de um laboratório de projeto como da própria fábrica dos artefatos digitais (de informática).[5]

Ainda nesta época se configurava nos círculos mais íntimos da ditadura brasileira a idéia de uma "democracia relativa" (sic). Segundo esta idéia, a organização política se fundaria na condição de que alguns (mas não todos) poderiam falar, discutir, propor e até criticar as ações do governo em certos assuntos (mas não todos). Os profissionais pós-graduados de informática

[4] *74LS TTL Components*: «Um conjunto padrão de subcircuitos é oferecido com o simulador lógico para projetar circuitos lógicos usando chips padrão TTL.» A família TTL (*Transistor Transistor Logic*) foi lançada pela *Texas Instruments* em fins da década de 1960. Fonte: http://www.cs.uiowa.edu/~jones/logicsim/man/node5.html visitado em 07out2008, 17:30h.

[5] Para uma descrição detalhada, em estilo leve e bem humorado, da tomada de consciência, pela equipe do N.C.E./U.F.R.J., da transformação trazida pela série TTL para a atividade de projeto de artefatos digitais, veja a história do N.C.E. tal como contada por Paulo Bianchi, um de seus primeiros e mais importantes personagens. (Bianchi, 1988).

encontraram-se em meados da década de 1970 bem posicionados para, se soubessem respeitar os limites a que a ditadura esperava que se restringissem em suas manifestações, entrar no espaço político que a noção de "democracia relativa" abria.

A importância estratégica da informática foi amplamente discutida e divulgada na época por estes profissionais – professores, servidores públicos e engenheiros militares – reunidos, pode-se dizer, em uma "comunidade de informática" que se encontrava em congressos e seminários e publicava seus trabalhos na revista DADOS & Idéias.[6] Foi também nesta comunidade que ganhou força a percepção da situação de "dependência tecnológica" do país e especialmente da industria brasileira de informática e, a partir daí, uma mobilização política, econômica e técnica para mudar esta situação. Uma vez que não havia empresas brasileiras, a década de 1970 foi um tempo em que uma "comunidade de informática" chamou a si a missão de dar início à construção de um parque industrial que colocasse no mercado artefatos de informática projetados e desenvolvidos por profissionais brasileiros: era a preocupação de desenvolver uma "tecnologia nacional de computadores."

Este clima, analisado em detalhe em (Evans, 1995 (2004)), era vigente em muitas, senão todas, as maiores universidades do país. Nas palavras do Professor Wilson de Pádua, em 1996, por ocasião das comemorações de 20 anos de aniversário fundação do D.C.C. da U.F.M.G.:

> *"O Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais nasceu, em 1976, em tempos marcados pelo intenso debate sobre a capacitação brasileira em tecnologia de informática. Foi a época das aspirações de autonomia, da reserva de mercado, e dos primeiros passos da indústria brasileira de informática. Através dos anos, uma vocação de abertura para a indústria marcou a atividade de ensino e pesquisa do DCC."* (Pádua, 1996:23)

Durante o ano de 1973, na U.F.R.J. o grupo de computação do N.C.E. que eu dirigia e que trabalhava em estreita colaboração e continuava integrando o corpo docente da COPPE, ministrando aulas e orientando trabalhos de mestrado (não havia ainda o doutorado em informática no Brasil), havia

> *"[a]dotado uma linha de pesquisa cujo objetivo é contribuir efetiva e diretamente para que o processo de incorporação de know-how nacional aos meios de produção brasileiros se desenvolver rapidamente na área de*

[6] Editada pelo SERPRO – Serviço Federal de Processamento de Dados.

> *computação ... para levar a atividade de pesquisa a assumir o papel de elemento natural de vinculação do ensino às nossas condições industriais ... Fazendo uma pesquisa destinada especificamente a melhorar e ampliar a capacidade tecnológica da indústria brasileira estar-se-á ligando diretamente o sistema educacional, que é a máquina que prepara a nossa mão-de-obra qualificada, com as condições tecnológicas da nossa indústria, que é precisamente o sorvedouro da mão-de-obra qualificada preparada nas nossas instituições de ensino superior e centros de pesquisa."* (Marques, 1974:21) ...

Como veio a se expressar mais tarde o Professor Brigadeiro Tércio Pacitti, coordenador do N.C.E./U.F.R.J.,

> *"dar-se-ia preferência aos projetos que fossem capazes de resolver problemas que já existiam dentro da U.F.R.J., mas cujas soluções também pudessem ser aplicadas em outros setores da vida nacional. Era o caminho natural."* (Pacitti, 1998:205)

## 2. Artefatos de informática no N.C.E./U.F.R.J. na década de 1970

Vários artefatos resultaram da linha de pesquisa discutida e adotada no N.C.E./U.F.R.J. que apresentarei em detalhe mais adiante (na sessão 3). Esta linha de pesquisa trazia para o primeiro plano, nas discussões de definição de um projeto, as questões relativas ao que aconteceria com os seus resultados uma vez terminado o projeto de pesquisa, e como se daria a utilização deles em regime de produção por pessoas fora do laboratório de pesquisa e desenvolvimento.

### 2.1 O compilador Fortran COPPEFOR para o IBM 1130

O computador IBM 1130 era fornecido com um compilador[7] Fortran composto por 27 fases executadas seqüencialmente ao serem carregadas, uma de cada vez, do disco para a memória RAM do IBM 1130. Isto o tornava bastante lento e inadequado para a utilização no ambiente universitário onde a maior carga de trabalho durante o

[7] Um «compilador» é um programa que o próprio computador utiliza para traduzir um texto original escrito em uma «linguagem de programação de alto nível» (que utiliza um alfabeto completo e algarismos decimais), como Fortran, para um texto executável, isto é, um texto na «linguagem de máquina», que utiliza somente «0»s e «1»s, bits. Na língua falada ou escrita, desde há alguns séculos, utilizamos os 10 algarismos do sistema decimal. Os circuitos eletrônicos, no entanto, reproduzem com maior simplicidade e confiabilidade as formas binárias, e os computadores usam este sistema de dois algarismos ou dígitos. Um bit é um dígito binário (*Binary digIT*).

dia era justamente a compilação de centenas de pequenos programas de alunos dos cursos de programação. Um pesquisador do N.C.E./U.F.R.J., Pedro Salenbauch, construiu o COPPEFOR – um compilador que era carregado todo de uma só vez para a memória RAM e lá permanecia, tornando aquele tipo de processamento (a compilação de grande quantidades de pequenos programas) muito mais rápida.

Ao aumentar significativamente a capacidade de processamento do IBM 1130 o compilador não só propiciou muito maior conforto aos usuários, que viram o tempo entre submeterem um programa em Fortran e receberem de volta os resultados reduzir-se drasticamente, como economizou recursos financeiros por retardar a necessidade de substituição dos IBM 1130 por outras máquinas mais rápidas em muitas universidades brasileiras, onde cerca de 50 computadores IBM 1130 operavam em condições semelhantes às da máquina instalada no N.C.E./U.F.R.J.. "O COPPEFOR teve grande aceitação das universidades brasileiras e sul-americanas, na década de 1970". (Pacitti, 1998:243)

## 2.2 O Processador de Ponto Flutuanate (PPF) para o IBM 1130

Nem as medidas dos objetos ditos mundanos nem as constantes da Física sujeitam-se à simplicidade dos números inteiros ou dos números fracionários quando tratados com um número prefixado (constante) de casas decimais. Conseqüentemente, não são números inteiros e sim números fracionários que precisam ser representados com um número variável de casas decimais que aparecem na maior parte dos cálculos na engenharia e nos laboratórios. Entre profissionais de informática os números fracionários representados com um número variável de casas decimais são chamados de "números de ponto flutuante" em oposição aos números fracionários representados com um número prefixado de casas decimais que são chamados de "números de ponto fixo".[8] Mas para nossos propósitos no momento, é suficiente observar que a capacidade de processar números fracionários com um número variável de casas decimais requer um trabalho adicional.

Este trabalho adicional refere-se à determinação de onde estará situada a vírgula que determina a grandeza do resultado da operação. Como ilustração do tipo de operação que este trabalho adicional envolve, é fácil perceber que dá menos trabalho multiplicar os números inteiros 314 e 1208 e obter 379312 do que multiplicar 3,14 por 12,08 e obter 37,9312, pois neste segundo caso é necessário calcular onde estará a virgula, ou seja, em termos matemáticos, calcular o expoente do resultado (em relação à base da representação). Não surpreende, portanto, que a eletrônica dos primeiros computadores não tivesse

[8] Talvez devêssemos dizer no Brasil «números de vírgula flutuante» uma vez que, quando escrevemos os números, usamos a vírgula e não o ponto, como fazem os americanos e ingleses, para separar a parte inteira da parte fracionária.

a capacidade de fazer diretamente as operações aritméticas com números fracionários com um número variável de casas decimais.

A capacidade de processar estes números fracionários realizando o trabalho adicional pode ser incorporada ao sistema de um computador de duas formas: 1) aumentando o hardware, isto é, adicionando circuitos eletrônicos fixos, um dispositivo físico que faz as operações adicionais com os expoentes, o que acarreta a construção de uma máquina com mais componentes; ou, alternativamente, 2) aumentando somente o software, isto é, fazendo um programa armazenado na memória que executa as operações adicionais, o que não aumenta a máquina (hardware) mas torna o sistema do computador como um todo mais lento.

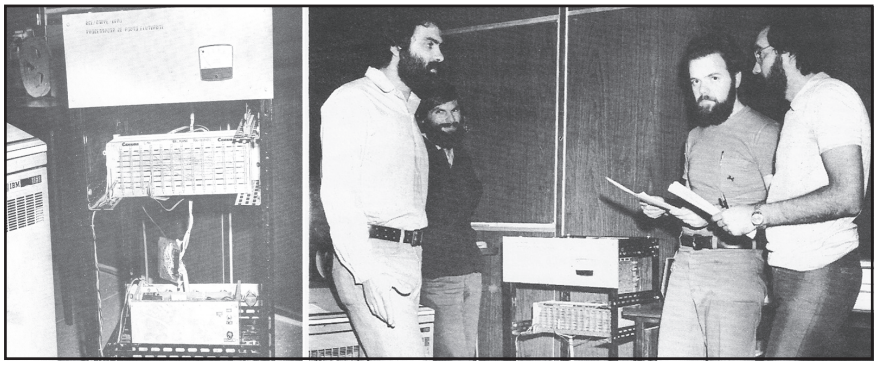


**Figura 1.** O protótipo do PPF (á esquerda). "Ivan Marques, Eber Schnitz e Newton Faller explicam o funcionamento do PPF ao repórter." Fonte: SUCESU – Revista Brasileira de Processamento de Dados, Ano III, Nº 28, Julho 74, pág. 6-7.

Por volta de 1974 havia no Brasil cerca de 100 computadores IBM 1130, quase todos eles instalados em universidades ou empresas de consultoria, e o IBM 1130 fazia as operações de ponto flutuante por software. Esta situação foi importante na fase de definição de que projeto de pesquisa fazer quando as considerações sobre o "dia seguinte" dos resultados do projeto, caso ele fosse bem sucedido, vieram para o primeiro plano. A equipe de pesquisa do N.C.E. concebeu e construiu um processador de ponto flutuante (PPF) para o computador IBM 1130: um dispositivo eletrônico (hardware + software) abrigado em uma caixa de 50x45x24cm que funcionava acoplado e integrado ao computador, executando as operações aritméticas de números fracionários de dez a cinqüenta vezes mais rápido do que a máquina original tal qual entregue pela IBM. Isto mais do que dobrava a capacidade média de processamento do sistema resultante em relação ao sistema original.[9]

[9] (Christian César, Faller *et al.*, 1973).

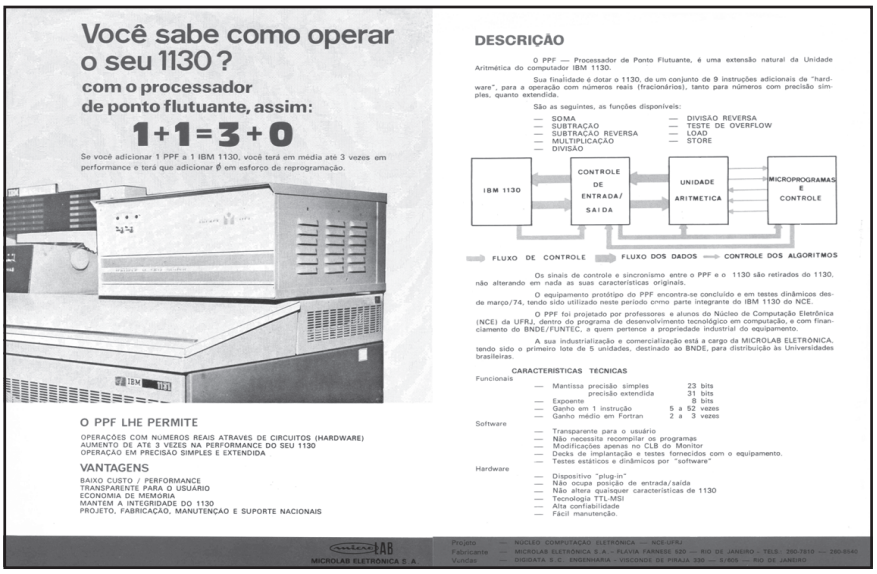



**Figura 2.** Fuente e verso do folheto de venda do PPF feito pela Microlab.

Neste caso foi feito um contrato com uma pequena empresa local, Microlab, e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (B.N.D.E.).[10] O B.N.D.E. financiou o projeto na universidade e comprou antecipadamente cinco unidades fabricadas pela empresa Microlab, incumbida de transformar o protótipo do N.C.E./ U.F.R.J. em um produto industrial.[11] As declarações de Antonio Didier, presidente

[10] Contrato BNDE nº 018, no valor de Cr$ 613.000,00

[11] As cinco unidades fabricadas pela Microlab foram inicialmente entregues ao N.C.E./ U.F.R.J. para distribuição. Uma delas foi utilizada, pela primeira vez no NCE/UFRJ, em 2 de maio de 1974, segundo o Relatório Anual do N.C.E./ U.F.R.J. (1978). No Instituto Tecnológico de Aeronática, o PPF foi instalado em 1975 permanecendo em uso até a substituição do IBM-1130 por uma rede de micros, em 1985. Conforme depoimento do professor Omar Mackenzie (engenheiro, professor titular do I.T.A., entrevista concedida à Fátima Ferrão dos Santos em março de 2004), «o uso do PPF apresentou ganhos significativos para os alunos que utilizavam aquele computador.» No Instituto Militar de Engenharia, o PPF foi instalado em 1975 e utilizado até o ano de 1979, quando o IBM-1130 foi desativado. Conforme relato do Coronel Campos (oficial responsável pelo CPD do IME, entrevista concedida à Fatima Ferrrão dos Santos em 6 de maio de 2004), «a implantação do artefato apresentou melhoria significativa de desempenho do IBM-1130 naquela instituição.» Na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, o PPF foi instalado em 1975 e desativado em 1983, segundo depoimento do professor Bruno Queiroz. Vilson Kasper, diretor da empresa Noronha Engenharia, confirmou que uma unidade do processador de ponto flutuante foi acoplada ao IBM-1130 da empresa, «inclusive para realizar os cálculos da Ponte Rio Niterói». Lá o IBM-1130 foi desativado em 1983, quando foi substituído por uma rede de micros. Na UFMG não se conseguiu desfazer uma contradição: apesar do

da Microlab, a empresa que fez a produção industrial do PPF, indicam as linhas de divisão traçadas entre as funções da universidade e da empresa neste caso:

> *"Ao conceberem o PPF no N.C.E., os circuitos integrados foram selecionados pela maior velocidade de resposta. O produto não funcionou na indústria. Tivemos que ajustar o clock para permitir a sua operação com componentes de mercado. A experiência para ajustar o clock do PPF foi marcante e custou cerca de 1 mês de trabalho e testes."* (Santos, 2004:84)
>
> *"As técnicas que aprendemos com o desenvolvimento do PPF foram utilizadas posteriormente na fabricação do nosso PABX digital ... Quando assumimos o projeto (do PPF), o protótipo funcionava, o que garantia a viabilidade. Era um projeto de bancada. Não havia um plano industrial para realizar as ligações (mais de mil) sem erro. Fizemos as placas de circuito impresso. A caixa do equipamento, seu painel frontal, conexões de entrada e saída, foi tudo desenvolvido na Microlab" (Santos, 2004:94)*

**Figura 3.** Producto PPF insustrializado pela Microlab.

engenheiro Antonio Paulo Menezes, responsável pelo projeto na Microlab, se recordar dela, a instalação de uma das unidades do PPF na U.F.M.G. não foi confirmada pelo professor Ivan Moura Campos, do Departamento de Ciência e Computação; mas conforme relato do professor Nívio Siviane, o IBM-1130 da UFMG foi desativado em 1987. Finalmente, na Universidade Federal São Carlos, o professor Marcos Santana do departamento de Ciência da Computação, informou que o processador não foi instalado naquela instituição. Na Universidade Federal de Uberlândia, o diretor Sérgio Schneider do CPD informou que não recebeu uma das unidades do PPF. Da mesma forma, na USP, Caetano Treina Jr , professor do departamento de Ciência da Computação, informou que a USP não recebeu uma das unidades do PPF. (Santos, 2004:94-95)

## 2.3. Terminal Inteligente

Também se destaca o Terminal Inteligente baseado no microprocessador Intel 8008. A partir deste projeto foram desenvolvidos vários modelos de terminais de vídeo que emulavam os modelos dos fabricantes estrangeiros de CPU (Burroughs, IBM, HP, Digital). Isto envolveu a microprogramação dos diversos protocolos e o projeto do teclado. Estes projetos foram licenciados para empresas locais. O N.C.E. / U.F.R.J. desenvolveu, também a partir do terminal inteligente, um dos primeiros microcomputadores de 8 bits projetado, industrializado, vendido e mantido em escala comercial no Brasil: um sistema de entrada de dados compatível com o sistema IBM 3740. O produto resultante foi lançado no mercado em 1978, sob o nome de SDE-40, pela Embracomp (depois E.B.C.), uma empresa formada por um grupo de mais de cem acionistas oriundos do próprio N.C.E./U.F.R.J. A Embracomp, sediada no Rio de Janeiro, vendeu algumas centenas de unidades do SDE-40 até os primeiros anos da década de 1980.[12]

**Figura 4.** O terminal inteligente desenvolvido no N.C.E./U.F.R.J.

## 3. A linha de pesquisa do N.C.E./U.F.R.J.[13]

A linha de pesquisa do N.C.E./U.F.R.J. definida em 1973 tinha a utilização do resultado da pesquisa fora do laboratório como preocupação explícita. Destaquei os 3 projetos acima, mas houve vários outros projetos, muitos associados a teses de mestrado, desenvolvidos a partir de um conjunto de

[12] Fontes: http://www.inova.unicamp.br/inventabrasil/ppfnce.htm visitado em 15/10/2008 22:10h; Jornal O GLOBO, Caderno Informática etc., 27/10/1997 p.25

[13] Sobre outros projetos executados nesta mesma linha de pesquisa, não focalizados aqui, como o PRETEXTO e o POTI, ver (Bianchi, 1988).

"observações de ordem geral e qualitativa relativas ao problema da pesquisa tecnológica no Brasil" e "requisitos práticos que exigimos de nossos projetos de pesquisa em computação" refletindo "o consenso do grupo de computação da U.F.R.J. no que diz respeito aos princípios que devem nortear nossos projetos de pesquisa" (Marques, 1974:21) Uma descrição completa das "observações" e "requisitos" podem ser encontrados em (Marques, 1974). Acredito que os trechos selecionados abaixo sejam representativos da postura assumida pela equipe frente às questões do desenvolvimento da tecnologia da indústria de computadores no Brasil em 1973.

## 3.1. "Observações de ordem geral e qualitativa relativas ao problema da pesquisa tecnológica no Brasil", segundo a equipe do N.C.E. / U.F.R.J. em 1973

Em suas discussões a equipe do N.C.E./U.F.R.J. destacou e explicitou quatro itens referentes ao uso de tecnologia nacional no Brasil, à integração universidade-indústria, à definição do que vem a ser pesquisa de ponta e às condições que asseguram o domínio de uma tecnologia. Apresento abaixo, transcrevendo as palavras da época, como cada um destes itens se configurava na visão que norteou a confecção dos protótipos do NCE/UFRJ.

### 3.1.1. "Aumento do Uso do 'Know-how' Nacional nos Meios de Produção Brasileiros"

> *"... O processo de desenvolvimento tecnológico só terá condições de amadurecimento e auto sustentação se os conhecimentos tecnológicos adquiridos pelos centros de pesquisa nacionais forem passados para a indústria brasileira e efetivamente usados na produção de bens e serviços, consolidando o "know-how" adquirido. É portanto essencial que os órgãos de planejamento do nosso processo de desenvolvimento tecnológico procurem, através dos meios adequados que estão à sua disposição, maximizar o uso de know-how nacional nas atividades de produção no Brasil. Isto requer que os produtos dos projetos de pesquisa sejam incorporados aos meios de produção. Na área de computação, especificamente, muito pode ser feito com o know-how já existente no país, se dadas as condições apropriadas para a aplicação deste know-how. ..."* (Marques, 1974:22)

### 3.1.2. "Integração Universidade-Indústria"

> *"... Vemos portanto como urgente a necessidade de uma integração entre os centros de pesquisa universitários e a indústria brasileira na área de computação. Esta integração apresentaria duas vantagens básicas :*

*[a] o desenvolvimento tecnológico teria condições de se consolidar, pois os conhecimentos tecnológicos adquiridos seriam disseminados e efetivamente usados na produção de bens e serviços, passando assim a tecnologia nascente pelo seu derradeiro teste fora do laboratório.*

*[b] uma indústria brasileira na área de computação, atualmente inexistente, poderia ser criada com o know-how já existente nos centros de pesquisa universitários. Isto possibilitaria uma economia de investimentos e implantaria automaticamente um sistema de incentivo para uma indústria brasileira de computação, que dificilmente se desenvolveria espontaneamente no país. ..." (Marques, 1974:23)*

### 3.1.3 "Redefinição da Fronteira Inferior da Pesquisa"

*"... A indústria brasileira tem já fixado o know-how necessário para a montagem de equipamentos eletrônicos. Isto pode ser facilmente comprovado pela existência de várias indústrias brasileiras de pequeno porte que montam diversos aparelhos eletrônicos, desde as destinados ao uso em laboratório até os amplificadores de áudio, televisões e rádios. Este know-how pode ser facilmente adaptado, com alguma ajuda dos centros de pesquisa, para a montagem de equipamentos digitais para a computação. Diante deste fato, um projeto de pesquisa que visa o desenvolvimento de um processador, tal como um minicomputador (o know-how de montagem existente nas pequenas indústrias locais pode ser adaptado para a montagem de minicomputadores), não deixa vazios tecnológicos entre o know-how desenvolvido e a capacidade da indústria local de usá-lo e através do uso, fixá-lo. Obviamente, no entanto, tanto o desenvolvimento como o próprio uso do desenvolvimento posteriormente no ambiente industrial exigem insumos estrangeiros na forma dos circuitos integrados importados. (A tecnologia de circuitos integrados é bastante sofisticada e embora seja uma etapa essencial para a emancipação tecnológica em processamento de informação, ainda está bastante incipiente no Brasil.) ..."* (Marques, 1974:24)

### 3.1.4. " 'Completude' Técnica do Desenvolvimento Tecnológico"

*" ... Ao se industrializar o produto de um projeto de pesquisa as diferenças entre as condições locais do laboratório e as condições locais regionais são ampliadas. As preocupações econômicas normalmente introduzidas pela perspectiva de industrialização contribuem muito efetivamente para que se discrimine quais insumos vêm necessariamente do exterior e quais insumos podem ser fornecidas localmente. Isto torna muito mais fácil a tarefa de cuidar para que nenhum segmento crítico do espectro tecnológico da área seja esquecido. ..."* (Marques, 1974:25)

## 3.2. "Requisitos práticos que exigimos de nossos projetos de pesquisa em computação – Aspectos Operacionais" segundo a equipe do N.C.E. / U.F.R.J. em 1973 (Marques, 1974:25-27)

Além dos itens considerados como observações de ordem geral e qualitativa que transcrevi acima, a equipe do N.C.E./U.F.R.J. definou seis pontos a serem considerados como exigências nas decisões referentes aos projetos de pesquisa. Apresento abaixo, também nas palavras da época, estes seis pontos ou requisitos, que diziam respeito ao que a equipe denominou "aspectos operacionais" dos projetos:

> ***3.2.1*** *"... o projeto deve visar atingir uma solução para um problema local, inicialmente, de preferência, um problema da própria universidade ou centro de pesquisa onde o projeto se desenvolve. Tal problema não deve, no entanto, ser tão específico que sua solução não traga benefícios diretos para a comunidade brasileira de processamento de dados em geral. ..."*
>
> ***3.2.2*** *" ... Os projetos devem ser desenvolvidos com prazos de execução e término bem definidos. Para tanto cada projeto deve ser precedido de um anteprojeto que avalia a viabilidade técnica e econômica e fixa prazos de execução para o projeto como um todo. ..."*
>
> ***3.2.3*** *" ... Os projetos devem ser vinculados ao ensino, no sentido de que professores e estudantes participem do desenvolvimento e os aspectos mais interessantes dos projetos sejam apresentados e discutidos em sala ou como exercício de cursos. ..."*
>
> ***3.2.4*** *" ... Os projetos devem ser, de preferência, integrados no sentido de desenvolver no grupo a comunicação entre o pessoal de software e hardware. ..."*
>
> ***3.2.5*** *" ... Os projetos devem ter complexidade crescente em relação aos projetos anteriores do grupo, sendo o primeiro projeto necessariamente simples. ..."*
>
> ***3.2.6*** *" ... A documentação do projeto deve ter um rigorismo e um grau de detalhe de documentação industrial. ..."*

## 4. Comentário à guisa de conclusão

A comunidade acadêmica dos profissionais de informática da década de 1970 colocou em circulação e, embora com suas limitações, fortaleceu a proposição de fazer da pesquisa o elemento de ligação entre o ensino universitário e a indústria brasileira. O N.C.E./U.F.R.J. teve uma participação especial e destacada nesta empreitada:

> *" O leitor mais familiarizado com os costumes acadêmicos certamente*

> *surpreender-se-á com o fato de que um grupo universitário de pesquisa se tenha auto-fixado um objetivo deste teor. Tentaremos mostrar, no entanto, que este objetivo não só é inteiramente adequado aos grupos de pesquisa tecnológicos brasileiros na área de computação, como também pode ser usado para levar a atividade de pesquisa a assumir o papel de elemento natural de vinculação do ensino às nossas condições industriais. ... "* (Marques, 1974:21)

Por um lado, os itens destacados na época estão até hoje presentes nas discussões sobre como fazer pesquisa científico-tecnológica no Brasil. Como acabamos de ver, estavam ali as questões de autonomia, ensino-pesquisa-extenção, fronteiras (pesquisa de ponta), domínio do conhecimento, aplicabilidade, prazos, integração, interdisciplinaridade, escala e publicação (documentação). A partir destas questões, a linha de pesquisa adotada pelo N.C.E./U.F.R.J. colocou em circulação proposições que acabaram por configurar um processo em que universidade e indústria complementaram-se com relativo sucesso no desenvolvimento local de conhecimento.

Por outro lado, aos olhos de hoje é evidente que a expressão da linha de pesquisa do N.C.E./ U.F.R.J era excessivamente programática, o que historiadores e cientistas sociais da época provavelmente já podiam identificar pelo uso não só leigo mas propriamente ingênuo da caracterização do sistema educacional como uma "máquina" e o uso do "nós" (a primeira pessoa do plural "nós" – mas afinal quem é este "nós"?) referindo-se à sociedade.

> *" ... Fazendo uma pesquisa destinada especificamente a melhorar e ampliar a capacidade tecnológica da indústria brasileira estar-se-á ligando diretamente o sistema educacional, que é a máquina que prepara a nossa mão de obra qualificada, com as condições tecnológicas da nossa indústria, que é precisamente o sorvedouro da mão de obra qualificada preparada nas nossas instituições de ensino superior e centros de pesquisa."* (Marques, 1974:21)

Finalmente, quanto confrontado o discurso da comunidade acadêmica com os coementários dos empresários, tipificados acima nas palavras de Antonio Didier, presidente da MICROLAB, pode-se ver que a comunidade acadêmica, tipificada acima pela equipe do N.C.E./U.F.R.J., via a confecção de protótipos que funcionavam como a maior parte do desafio, mas o contato com a indústrria demonstrou o que talvez já devessem saber: embora essencial, a confecção de protótipos que funcionam, de certa o limite que a comunidade acadêmica traçava para o território sob sua responsabilidade, é uma pequena parte da empreitada de criação de uma capacidade tecnológica local de projetar artefatos digitais e sistemas de computação.

## Bibliografia

Adler, E. The power of ideology: the quest for technological autonomy in Argentina and Brazil. Berkeley: University of California Press. 1987. xxi, 398 p. p.

Bianchi, P. E assim se passaram, quem diria, vinte anos. Mémorias do Núcleo. Rio de Janeiro: 29/11/1988, p.163. 1988. (Biblioteca do N.C.E./U.F.R.J.)

Bueno, L. D. F. O parque brasileiro de equipamentos de processamento de dados: SEI - Secretaria Especial de Informática - Conselho de Segurança Nacional: 503 p. 1982.

Christian César, N. Faller, et al. Processador de Ponto Flutuante para o Sistema IBM-1130. SUCESSO. Rio de Janeiro: SUCESSU 1973.

Dantas, V. Guerrilha tecnológica: a verdadeira história da política nacional de informática. Rio de Janeiro, RJ: Livros Técnicos e Científicos. 1988. 302 p. p.

Evans, P. Autonomia e parceria: estados e transformação industrial. Rio de Janeiro: Editora UFRJ. 1995 (2004). 404 p.

Marques, I. D. C. Computação na UFRJ: uma perspectiva. CAPRE - boletim Informativo, v.2, n.2, abr. / jun., p.21-28. 1974.

- Computadores: parte de um caso amplo da sobrevivência e da soberania nacional. Revista de Administração Pública, v.14, n.4, p.110-147. 1980.

- Reserva de mercado: um mal entendido caso político-tecnológico de "sucesso" democrático e "fracasso" autoritário. Revista de Economia da Universidade Federal do Paraná, v.24, n.26, p.91-116. 2000.

- Minicomputadores brasileiros nos anos 1970: uma reserva de mercado democrática em meio ao autoritarismo. História Ciências Saúde MANGUINHOS, v.10, n.2, Maio - Agosto 2003, p.657-681. 2003.

Nora, S. e A. Minc. l'informatisation de la société - rapport à M. le Président de la République. Paris: La Documentation Française. 1978

Pacitti, T. Do Fortran. à Internet no rastro da trilogia: Educação, Pesquisa e Desenvolvimento. São Paulo: Makron Books. 1998. XXIV-441 p.

Pádua, W. D. Universidade, Tecnologia, Empresa e Qualidade. DCC 20 Anos. Belo Horizonte: Departamento de Ciência da Computação / UFMG, 1996. 23-37 p.

Santos, F. F. D. A construção sociotécnica do PPF: um processador deponto flutuante para o IBM-1130 desenvolvido no NCE/UFRJ. Curso de Pós-Graduação em Informática (DCC-IM / NCE), UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

# CAPÍTULO 11

## LA SERIE 1000

Roberto Zubieta

Gerente General de la División Electrónica de FATE SA entre Septiembre de 1969 y marzo de 1976; zubietar1@arnet.com.ar

### Resumen

Se describe, 32 años después, el Proyecto denominado Serie 1000 que fue encarado, entre 1973 y 1976 por la División Electrónica de FATE SA, empresa argentina de capital nacional radicada en Buenos Aires. El grupo industrial operaba en los campos de elaboración de aluminio y de fabricación de neumáticos.

El Proyecto formó parte, entonces, de la estrategia de evolución y de los consecuentes planes de Productos / Mercados encarados por la División.

Consistió en el diseño, desarrollo, producción y comercialización de un minicomputador de porte medio, tanto de su HW como de su SW, y constituyó uno de los primeros esfuerzos realizados en la materia en A. Latina por parte de una empresa de capitales nacionales con tecnología generada internamente en los componentes centrales del producto.

Se exponen la génesis y la evolución del proyecto, las razones para su realización, a partir de mediados del 73 y también para su cancelación a mediados del 76.

Quedarán explicadas las características principales del sistema, tanto en su HW como en su SW. Se expondrán algunas decisiones que debieron tomarse tanto en el terreno comercial como en el tecnológico incluyendo las referentes a las políticas de producción y de calidad.

Cabe mencionar entre otras opciones estratégicas la utilización de microprocesadores y otros componentes MOS VLSI, el uso de sistemas operativos de uso ya estandarizados en el mercado en contraposición de uno propio, la utilización de las primeras versiones de CAD para la etapa de desarrollo, el inicio de las técnicas, tecnologías y procedimientos de fabricación de lo que una década después se conoció como Manufactura Clase Mundial (World Class Manufacturing WCM) y un cambio en la política y en la práctica comercial de la empresa.

## Introducción

A partir de 1968 el grupo empresario comenzó a incorporar numerosos tecnólogos y científicos que se formaron y desarrollaban sus actividades en la Universidad de Buenos Aires. Así, en forma creciente, el grupo pudo lograr a los largo de mas de una década el dominio de las mayorías de las tecnologías relevantes para sus diferentes objetivos de negocios.

La División Electrónica, la cual inició sus operaciones en septiembre de 1969, se concibió en este marco; su foco fue el procesamiento de datos a través de las tecnologías digitales.

Estudios efectuados en 1973 en la empresa demostraron que en la década de los '70, existía la factibilidad tecnológica, industrial y comercial, de desarrollar, producir y comercializar una minicomputadora apta para atender necesidades de procesamiento en los campos administrativo contables y de control industrial.

El vertiginoso progreso tecnológico en el área de la computación originó una continua caida en la relación precio/desempeño de los equipos. Esto hace que técnicas eficientes de procesamiento de datos, inicialmente reservadas a los usuarios de equipos de muy alto valor de venta y gran porte sean aplicables a equipos de pequeña envergadura y bajo costo con un alto nivel de eficiencia.

Generalizando y extendiendo el concepto, estos hechos junto con la evolución en el campo de los circuitos integrados son los marcos iniciales de referencia para la aparición, a los pocos años, de las microcomputadoras o computadoras personales.

Por otra, en aquella época, parte los usuarios de sistemas de gran porte, tipo IBM en sus diferente modelos, están descubriendo las ventajas del procesamiento distribuido e interactivo observándose una firme tendencia en los grandes centros de procesamiento a cambiar el sistema «gigante» por sistemas de menor porte, como el que aquí se describe, obteniendo mayor eficiencia con menor costo y complejidad operativa. Esta tendencia no tardó en manifestarse también en nuestro medio.

En ese escenario la División Electrónica de FATE decidió en el segundo semestre de 1973 iniciar el desarrollo de una minicomputadora que se denominó internamente la Serie 1000.

## Las características del mercado al que apuntó la serie 1000

El planeamiento de la serie 1000 tomó en consideración que para lograr una aceptable penetración en el ámbito nacional e iniciar una modesta penetración en otros países de la entonces ALALC debía encarar un mercado que tenía:

- *Marcadas diferencias con el mercado de las líneas de productos existentes en*

*la empresa las líneas de producto tradicionales de la División Electrónica.*

- *Algunos aspectos eran similares a los de la serie 800 o Cifra Sistema (Sistema electrónico de contabilidad que competía con los equipos de registro directo).*
- *Alta calidad.*
- *Relación Precio/Performance igual o mejor a los sistemas con los que se superpondría o reemplazaría directamente*
- *Los requerimientos personalizados por cada usuario de:*

    - *Prestaciones configurables mediante clientización.*
    - *Service y respaldo técnico (mucho mas complejo que los de la Cifra Sistema).*
    - *Expandibilidad.*
    - *Confiabilidad.*
    - *Formas de comercialización diferente.*
    - *Modalidades de comercialización distintas.*
    - *Actividades de apoyo y soporte funcional constantes pre y post venta con un alto contenido de desarrollo y clientización de software.*
    - *Plazo de entrega confiable.*
    - *Imagen y experiencia de la empresa como valor relevante.*

- *Un requerimiento de generar una importante actividad de desarrollo de software de aplicación.*
- *Una exigencia de gran adaptabilidad al mercado.*

Siendo algunas de estas características las, en aquella época aun no explicitadas, condiciones de competitividad del mercado de procesamiento de datos en la región.

El estudio de mercado que se realizara desde 1973 a 1975 fue realizado por el sector de Análisis de Mercado de la firma y por una firma consultora de San Francisco, California y fue complementada, entre otras, por las fuentes indicadas en la referencia. [1-2]

---

[1] Listado de equipos provistos por los principales proveedores de sistemas de computadoras.

[2] Estudio de Factibilidad para la fabricación de computadores, **DIGID, FFAA**, 1973

*De dicho estudio surgió que el crecimiento en el período 70/75 del parque instalado en el país fue del 10 % anual acumulativo. Teniendo en cuenta la tasa de crecimiento de la economía nacional en el mismo período y la correlación entre el PBI/cápita y el parque de computadoras observado en otros piases como Brasil, se podía esperar que en la Argentina también hubiese habido un crecimiento de casi el doble del PBI o sea de entre un 12 a un 18 % en los años siguientes.*[3]

En el análisis de los informes y opiniones se prestó especial énfasis a la evaluación del impacto en el corto plazo de 3 a 5 años, que sobre el mercado de computadores, hasta ese momento main frames de diverso porte, tendría la aparición de las minicomputadoras, el procesamiento distribuido y la aparición de nuevos lenguajes de programación. A medio plazo se evaluó, con la información disponible, el impacto de los microprocesadores. En ese momento se estaba a alrededor de un lustro de la irrupción de las microcomputadoras o PCs.

El Mercado total en el país fue, en ese año (1975) de aprox. 100 sistemas con un crecimiento sostenido de un 15 % en función de la evolución de la economía. De este volumen debería suponerse que apenas de un 15 a un 20 % estaría en condiciones de ser cubierto por más de 1 minicomputadora.

La Tabla que sigue representa la previsión hecha a fines de 1975 sobre la cantidad de sistemas de la serie 1000 posibles de ser provistos por la empresa.

| **Año** | **1977** | **1978** | **1979** | **1980** | **1981** |
|---|---|---|---|---|---|
| Instalaciones. Serie 1000 | 12 | 19 | 28 | 33 | 35 |

Con posterioridad, en el segundo trimestre de 1976, y debido a retrasos en el desarrollo de SW, podría estimarse que en el momento de iniciar la comercialización de la serie 1000, aproximadamente a fines de 1978, la tendencia a reemplazar main frames por minicomputadores importados habría generado un incremente significativo del mercado. Ello se estimó permitiría la penetración de la Serie 1000 en el mercado local

Asimismo se supuso que, conforme la práctica del mercado en el momento fijaba, el 83 % de las instalaciones serían alquileres y apenas un 17% ventas.

Las estimaciones de participación en el mercado se supusieron que se

[3] Informe del MIT: Grado de penetración de Computadores en América Latina, **R. Barquin**, 1974. Informe del **VIII Congreso Brasilero** de Procesamiento de Datos, 1975. Información proveniente de **Creative Strategies** EEUU, agosto de 1974. Entrevistas con empresas privadas y públicas, 1973/74/75

estabilizarían en aproximadamente un tercio. La expectativa, sobre todo en las empresas públicas y otras empresas nacionales eran muy altas teniendo en cuenta la muy exitosa competitividad de la firma en otros sectores del segmento de procesamiento de datos frente a firmas del nivel de Olivetti.

## Continuidad del proyecto en la estrategia integral de la empresa

La División Electrónica desde su creación en 1969 planteó su estrategia de evolución como un conjunto de acciones que cubrieron todas las funciones organizativas. Esto ocurrió -inicios de los '70- en un marco de la evolución del estado de arte de la industria electrónica internacional, al comienzo de una onda tecnológica larga en la cual los costos de «acceso técnico e industrial», en el segmento elegido, eran compatibles con la razonabilidad financiera disponible.

- **Estas funciones organizativas pueden sintetizarse** en lo referente a los aspectos tecnológicos en:

**1.** Desarrollo de productos,

**a.** diseño electrónico y mecánico estructural

**b.** diseño de su packaging, normalmente denominado «diseño industrial»,

**c.** ingeniería de producto,

**2.** Desarrollo del proceso industrial de:

montaje y test de plaquetas

montaje de subconjuntos de mecánica estructural y de empalme y conexión

test lógico y funcional de los productos

**3.** Gestión industrial

**4.** Desarrollo de técnicas de control de calidad y confiabilidad.

**5.** Comercialización nacional e internacional

**a.** Ingeniería de campo combinando ingeniería de mantenimiento y de apoyo técnico

**b.** Servicio de documentación para usuarios.

**6.** Desarrollo de proveedores.

**7.** Planeamiento tecnológico integral –tanto de productos como de procesos.

**8.** Integración de componentes clave en los productos que previsiblemente se generarían para atender el Objetivo de Negocios planteado tales como:

**a.** Circuitos impresos bicapa con agujero metalizado

**b.** Circuitos Integrados bipolares y tipo MOS VLSI

**c.** Elementos mecánicos estructurales

**d.** Elementos mecánicos funcionales (teclados, impresores)

**9.** Inicio de un programa tendiente a la fabricación de «wafers» de circuitos integrados del tipo MOS VLSI.

Esa estrategia integrada **se implementó a través de dos caminos o tipos de catalizadores**:

**1.** La secuencia de productos de características de complejidad creciente:

**a.** Línea de 7 modelos en 3 series de calculadoras electrónicas con impresor de escritorio entre 1970 y 1976.

**b.** Línea de 2 modelos de calculadoras electrónicas sin impresor entre 1972 y 1976.

**c.** Línea de 5 modelos en 2 series de calculadoras de bolsillo entre 1973 y 1976.

**d.** Línea de 2 modelos máquinas de contabilidad electrónicas del tipo de registro directo a partir de 1975.

**2.** La utilización de técnicas, según el estado del arte internacional, adecuadas a las complejidades de los productos en producción o desarrollo, entre ellas:

**a.** En materia de diseño de productos inicialmente las técnicas de diseño lógico y de «breadboarding» para los prototipos de Ingeniería y de Producto.

**b.** Diseño y clientización de Circuitos Integrados mediante CAD; simulación lógica y paramétrica.

**c.** En materia de industrialización una crecientemente compleja producción piloto, técnicas de envejecimiento acelerado.

**d.** Diseño y construcción de sistemas computadorizados automáticos

para test de plaquetas de Circuitos Impresos y de Circuitos integrados.

**e.** En materia de desarrollo de producto un sistema de desarrollo y control de proyecto que incluía conceptos de fabricabilidad, testeabilidad, calidad y confiabilidad, mantenibilidad en campo y soporte a usuarios desde las primeras etapas del diseño.

La incorporación de la Serie 1000 implicaría un incremento cualitativo en todas las funciones de la empresa que podría ser considerado como un paso natural en la evolución. Así en algunos aspectos del desarrollo comenzaron a utilizarse técnicas de CAD y de CAE en los desarrollos de los diferentes componentes electrónicos de la minicomputadora.

## Prestaciones significativas buscadas

En el planeamiento del producto se concibió que, además de lo anteriormente expresado, el desarrollo tendría en cuenta las siguientes prestaciones generales del sistema:

- Mantenimiento de los archivos de datos y/o programas «en línea».
- Consulta y actualización de archivos por intermedio de un terminal de video.
- Posibilidad de realizar entrada masiva de datos.
- Posibilidad de dar al usuario la capacidad de programar en el mismo equipo.
- Proveer un lenguaje de programación adecuado para las aplicaciones y el manejo de archivos.
- Posibilidad de ampliaciones actualmente denominada escalabilidad,
- Diseño con una arquitectura que posibilite futuras evoluciones.

## Descripcion del sistema serie 1000

La serie 1000 es un sistema de procesamiento de datos diseñado, proyectado y construido con énfasis en:

- *El mayor ratio performance/costo posible.*
- *La mayor eficiencia de procesamiento para una amplia gama de lenguajes y estructura de datos.*
- *Modularidad, estandarización y escalabilidad.*

Fue concebido como una minicomputadora con aplicación en los procesamientos de datos administrativos, comerciales y operativos de empresas con la posibilidad de ser aplicado también en ciertas aplicaciones de control.

El primer objetivo funcional del proyecto fue alcanzado a través de un diseño orientado a la producción y calidad utilizando tecnologías aceptadas, en ese momento, como ya probadas.

El segundo aspecto se consideró extremadamente relevante. La versatilidad, que se requirió del diseño, se logró interpretando un lenguaje intermediario (S) VIS a VIS ejecutando programas objeto a nivel de lenguaje de máquina. Este abordaje fue realmente eficiente ya que estuvo soportado por una arquitectura de hardware definible por software.

Las características de modularidad, estandarización y escalabilidad permitieron un alto nivel de configurabilidad en el rango de sistemas de minicomputadoras de pequeño y mediano porte. La esencia de estas características radica en un bus de 32 bits de alta velocidad y asíncrono que interconectó los diferentes órganos y periféricos del sistema.

Los aspectos salientes del sistema fueron que, desde el usuario, el sistema es una maquina del tipo batch convencional con algunas capacidades de operación en tiempo real. Fue, sin embargo, un sistema multiprogramable con 2 particiones fijas adicionales. Estas 2 particiones, inaccesibles al usuario, incorporaron un «spooler» y un sistema de entrada de datos integrado del tipo «key to disk».

Las características del Hardware fueron:

1. **Procesador Central**

   El procesador central estuvo implementado **en base a un microprocesador integrado** en un ambiente de procesamiento paralelo de 24 bits, con características de microprogramación con almacenamiento de control escribible (WCS).

   Tuvo un microciclo de 300 m segundos y un conjunto de m instrucciones especialmente diseñado para la implementación de intérpretes. Disponía de 32 registros: 16 de propósito general y 16 dedicados y 1 stack de 64 capas.

2. **Memoria del procesador**

   Era escalable de 8KB a 64KB en segmentos de 8KB. El tiempo de acceso al nivel de almacenamiento fue de 340 n segundos y el tamaño de palabra variable de 1 a 24 bits.

   Tanto el procesador central como la memoria eran de tecnología en base a circuitos integrados MOS VLSI**.**

**3. Archivo masivo de discos**

El medio de almacenamiento masivo de datos y programas tenía la capacidad de los discos rígidos utilizados, era desde 1 M hasta más de 10 M bytes. El producto estándar dispuso de un disco rígido y un removible de 5MB cada uno.

**4. Procesador y Terminal alfanumérico y de entrada de datos**

Este microprocesador microprogramado es capaz de soportar hasta 16 canales de Entrada/Salida. El sistema puede tener mas de 1 m procesador de entrada/salida. La tasa de transferencia de datos total es de 3 MB / seg. máx., la del canal de transferencia es de 1 MB seg. máx. y los 16 canales pueden estar operativos al mismo tiempo.

La terminal de entrada de datos era del tipo TRC y teclado alfanumérico y estaba provista de un m procesador programable. La de operación era asimismo del tipo CRT de 16 líneas de 64 caracteres, con una matriz de 7 x 9 y una conexión de 4 hilos e interfase RS 232.

**5. Impresor**

La velocidad de impresión podrá variar según sea el tipo utilizado siendo la mínima de sesenta caracteres por segundo y la máxima admisible de 200 lpm. El equipo estándar era una impresora del tipo «margarita» de 132 columnas.

**6. Otros periféricos**

El sistema admitía otros periféricos adecuados para sus objetivos de mercado y para el adecuado desempeño del mismo. Entre ellos:

- *Manipuladores de cinta de 800 BPI, NRZ y 45 TPS.*
- *Lector de tarjetas perforadas de 80 columnas y 300 cpm.*

El software tenía las siguientes especificaciones y características:

**1. Sistema operativo**

Sistema operativo de multiprogramación avanzado que incluía:

- *Un kernel aislado y completamente protegido.*

- *Protección implementada a nivel del kernel.*
- *Subsistemas protegidos a nivel del usuario.*
- *Reglas de «scheduling» de medio término definidas a nivel de usuario.*
- *Recuperación integrada de fallas.*
- *Gestión segmentada de memorias.*
- *Subsistemas (equipos periféricos) de entrada y salida (I/O) independientes.*
- *Reloj de tiempo real no detenible.*

**2. Lenguajes**

- *ANSI estándar.*
- *COBOL.*
- *BCPL.*
- *Serie 1000 m assembler.*

**3. Otros módulos**

- *Subsistema de comando:*
  *Redireccionamiento dinámico de I/O.*
  *Comandos definibles por el usuario.*
  *Comandos simples de definición de «batchs».*
- *Subsistema de archivos:*
  *Árbol estructurado.*
  *Vinculación de archivos.*
  *Sistema de archivos redundantes y recuperables.*
  *Utilitarios de actualización y mantenimiento de archivos.*
- *Subsistema de entrada de datos:*
  *Hasta 64 canales.*
  *Compatible con tarjetas perforadas.*
  *Incorporando la facilidad de estado del arte disponible para técnicas «key to disk» o «key to tape».*
- *Sort – merge.*
- *Spooler.*

- *Programas utilitarios generales:*

  *Editor de textos.*

  *Transferencia de información «todos contra todos» entre los dispositivos.*

  *Verificador de sistema de archivos.*

## Grado de avance del proyecto de la serie 1000 en marzo de 1976.

A mediados de 1976, cuando el proyecto fue cancelado la evolución del mismo podría haberse resumido de la siguiente manera:

- El hardware había alcanzado un nivel de prototipo $\mathbf{P}_1$ tanto a nivel de sus bloques o componentes básicos como del conjunto integrado.
- El software estaba en pleno desarrollo y para garantizar plazos de disponibilidad se había dispuesto el -en términos modernos- el «outsourcing» de algunos aspectos complementarios de SO, el compilador, el módulo de sort - merge y otros componentes.
- En el transcurso del desarrollo del software debió tomarse la decisión de redireccionar los esfuerzos destinados a crear un lenguaje propio y encarar el uso de lenguajes estándar de amplio uso en el mercado. La razón de esta decisión fue exclusivamente la de posibilitar la operación del sistema por parte de la mayoría de los futuros usuarios.
- En ese momentos -junio 1976- se estimó que el sistema estaría disponible para las pruebas «β» a fines de 1977, dos trimestres por detrás del planeamiento original..
- Los contactos derivados de la comercialización avanzada indicaron una gran expectativa en el mercado, un muy alto interés en empresas de servicios públicos y una posibilidad cierta de uso en control de procesos.

Las razones de cancelación del proyecto obedecen mas que nada a la necesidad de adaptarse a la nueva realidad económica implantada a partir de marzo de 1976 por el proceso militar, a la constelación política que circundaba a la casi totalidad de las empresas electrónicas de capitales nacionales y a la necesidad empresaria de reducir sus operaciones al menor riesgo y complejidad posibles.

Con referencia a esta última razón debe reconocerse que, en esas condiciones macroeconómicas, el proyecto veía incrementado su riesgo al analizar la certeza en la continuidad de, lo que en estos días, sería su competitividad frente a empresas extranjeras en el mercado local.

## Las brechas tecnológicas y comerciales previstas para 1977

La empresa ya había logrado en sus líneas de calculadoras situarse en el estado del arte, alcanzado por firmas japonesas y estadounidenses lo cual, en los mercados latinoamericanos, implicaba un alto grado de competitividad.

Esto implicaba por un lado tener un alto grado de competitividad y por otro una brecha de producto, con referencia a su competencia local y regional inexistente. Ello fue así frente a empresas tradicionales que operaban en los mercados locales y regionales tanto con producción local como en áreas de importación mas abierta como Méjico.

La tendencia era, asimismo, poder competir en ciertos mercados considerados centrales tales como Francia e Inglaterra.

La serie 1000 presentaba, desde el punto de vista de la brecha de producto, una inicial menor de dos años que podía razonablemente reducirse en la franja de minicomputadora de pequeño porte.

Debe destacarse aquí que ciertos aspectos del hardware tales como el uso de microprocesadores y memorias de MOS VLSI ubicada a la Serie 1000 en el estado del arte con referencia a los desarrollo de la industria en EEUU.

El mercado local y regional, por su parte, comenzaba con una demora de un par de año -brecha de uso- a aceptar el concepto de minicomputadora como reemplazo para muchas aplicaciones de los main frames.

La brecha de proceso industrial era, en aquel momento, el mayor desafío.

## Esfuerzo involucrado y previsto

Entre 1973 y mediados de 1976 el esfuerzo para el desarrollo del Proyecto y las actividades complementarias en las áreas industriales, comerciales y de calidad alcanzaron el equivalente a 300 meses hombre. Los 18 meses que restarían para llegar a los productos que entrarían en las pruebas $\beta$ serían de otros 400 meses hombre.

A esto debe agregarse la inversión en activos fijos para las áreas de ingeniería y de producción, los gastos necesarios para la comercialización, entre ellos los recursos necesarios en el desarrollo de aplicativos, soporte a clientes y mantenimiento y el capital de trabajo necesario.

Todo ello implicaba que el punto de equilibrio podría alcanzarse con una operación de aproximadamente 35 a 40 sistemas anuales vendidos o alquilados en un mercado de creciente magnitud de las minicomputadoras.

## A modo de conclusión

Las condiciones políticas y macroeconómicas nacionales resultan, en ca-

sos similares al presente, más definitorias que cualquier otra en el éxito tecnológico, industrial, comercial y financiero de este tipo de emprendimiento.[4]

## Reconocimiento

Este esfuerzo de la tecnología y de la industria nacional, aun considerando que el minicomputador no completó su desarrollo, no hubiera sido posible sin dos elementos fundamentales:

- La decisión de los accionistas de la empresa que en ese momento entendieron que era factible iniciar actividades, de alto contenido tecnológico, con el máximo posible de aportes y conocimientos nacionales,
- La participación y compromiso con el proyecto en particular y con la estrategia de la División Electrónica en general de los profesionales y técnicos que directa o indirectamente participaron en el desarrollo de la serie 1000.

[4] La idea de presentar este artículo descriptivo del proyecto que hace mas de 30 años se denominó Serie 1000 de la División Electrónica de FATE SA es precisamente plantear que fueron las condiciones macroeconómicas y políticas la causa, a mi juicio, mas importante de la reversión de la estrategia posible para la División Electrónica. La aplicación de medidas macroeconómicas, prolegómenos de los que se aplicaron a nivel global en los años '90, de corte denominado «neoliberal» incrementaron fuera de dimensión el riesgo empresario, desprotegiendo mucho antes de tiempo la generación de tecnología nacional y la producción local y estrangulando severamente la industria electrónica local en lugar de inducir las necesarias modificaciones. En el orden político ocurrieron eventos, entre 1976 y 1983, que son irrefutables, cuya explicitación puede realizarse en otro marco.

# CAPÍTULO 12

# Los proyectos académicos de desarrollo informático durante el retorno democrático argentino de 1983 y su proyección latinoamericana[1]

Jorge Aguirre* & Raúl Carnota**

*Dpto. de Computación FCEF-QN, Univ. Nacional de Río Cuarto, Argentina; jaguirre@dc.exa.unrc.edu.ar

**Maestría en Epistemología e Historia de la Ciencia Univ. Nacional de Tres de Febrero, Argentina; rcarnota@fibertel.com.ar

## Resumen

En una época de ebullición, luego de una prolongada dictadura, de sufrir represión, genocidio y una guerra, desde el nuevo gobierno democrático de Argentina se promovió la inserción nacional en la llamada *Tercera Revolución Industrial*. Para ello se diseñaron proyectos de desarrollo de las «Nuevas Tecnologías» en las que aquella se sustenta. Una característica fundamental de dichos proyectos era que se apoyaban en la integración dentro de la región latino americana y caribeña. En el presente trabajo se reconstruye la trayectoria de los proyectos académicos de desarrollo informático, orientados a la a integración regional. Se reflexiona sobre sus éxitos, su abrupto final y el impacto que se derivó de su breve existencia. Buena parte de este artículo es testimonial, ya que ambos autores fueron miembros del PABI y profesores de las EBAIs y uno de ellos, J. Aguirre, fue Profesor y Director Adjunto de la ESLAI, acompañando todo su proceso, hasta muchos años después del cierre de sus aulas.

[1] Este trabajo se ha realizado en el marco de un proyecto subsidiado por la SCyT de la Universidad Nacional de Río Cuarto y la SPC del Ministerio de Ciencia y Tecnología del Gobierno de Córdoba.

## Una estrategia nacional de desarrollo tecnológico, con visión regional

Al finalizar la prolongada y siniestra dictadura militar que asoló la Argentina entre 1977 y 1983; los argentinos dejábamos de ocupar las noches en angustias y temores y abandonando las pesadillas del pasado, nos entregábamos a soñar nuestro futuro. En esta atmósfera le cupo al Dr. Raúl Alfonsín encabezar el primer gobierno democrático. Al frente de la Secretaría de Ciencia y Técnica (SECyT) nombró al Dr. Manuel Sadosky, que había sido creador del legendario Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Buenos Aires (UBA) e iniciador de la computación académica en la Argentina y Uruguay.

El proyecto elaborado por un sector de la intelectualidad que formaba parte de los equipos técnicos del nuevo gobierno, aspiraba a recuperar el «tren perdido» del desarrollo nacional. Los motores serían un conjunto de políticas públicas que promoviesen el acceso directo a la nueva ola tecnológica, caracterizada por algunos autores como Tercera Revolución Industrial (3RI). Este concepto aparece en los años 70 y refleja el advenimiento de un nuevo paradigma tecnológico-económico de acumulación capitalista, sustentado en el desarrollo del Complejo Electrónico-Informático, la Biotecnología y los Nuevos Materiales. En este nuevo modelo de acumulación se realizaba un traslado de las «ventajas comparativas» desde las riquezas naturales y su explotación primaria hacia el dominio de la ciencia y la tecnología.

El Ministro de Ciencia y Tecnología de Brasil, Renato Archer sintetizó con mucha claridad esta percepción en el discurso pronunciado con motivo de la inauguración de la primera de las EBAI (Escuelas Argentino Brasileña de Informática): *«La mutación del Orden Económico Internacional representa un desafío crucial para las economías en desarrollo y, en especial, para las economías de industrialización tardía, como el Brasil y como la Argentina. El impacto de la llamada revolución microelectrónica acelera el progreso tecnológico en los países avanzados, modificando incesantemente la estructura de producción de varias ramas industriales».* Agregaba luego que, como consecuencia del mencionado fenómeno, *«la brecha tecnológica entre los países del primer y los del tercer mundo amenaza ampliarse, profundizando los niveles de dependencia de nuestros países en relación a las grandes potencias industriales»,* y postulaba que, para evitar esta profundización, era necesario *«el establecimiento de proyectos nacionales en los sectores de tecnología de punta»*.[2] En el caso de la informática, idéntica preocupación había llevado, ya a inicios de los años setentas, a la Oficina Intergubernamental para la Informáti-

[2] «Os Desafios da Informatica a Sociedade Latino-Americana». Aula Inaugural da Iera. EBAI. Ministro Renato Archer. Centro Convenciones UNICAMP. 17/2/1986.

ca (IBI), con sede en Roma, a promover lo que se dio en llamar *«Políticas Nacionales de Informática»,* con el explícito objetivo de evitar la profundización de la brecha tecnológica. Estas políticas deberían promover proyectos, dependiendo de las características del país que las postulase, que podían ir desde una actitud autónoma como usuarios hasta el diseño y fabricación de procesadores, pasando por la asistencia y mantenimiento propios del equipamiento importado, el desarrollo de una industria de software y la producción de equipos periféricos y/o de menor porte. En las conclusiones de la Conferencia SPIN (por *Strategies and Policies in Informatics*), organizada por el IBI en Torremolinos, España, en 1978, se pueden leer expresiones como «Hay muchas cosas que se pueden hacer excepto dejar hacer», que señalan las urgencias de la época.

## Antecedentes en la región

La historia de los años precedentes del Brasil y la Argentina había mostrado, en el plano de las Políticas Informáticas, dos caminos divergentes:

En Brasil, el régimen militar, en el poder desde 1964, había visualizado la importancia estratégica del Complejo Electrónico Informático. A partir de 1974 (luego de un prototipo de investigación exitoso en la Universidad de San Pablo) se empezó a desarrollar una industria local, beneficiada con crecientes medidas de protección. En 1976 la CAPRE (Coordinação das Atividades de Processamento Eletronico), surgida para racionalizar las compras de equipamiento del Estado, fue reforzada y se le planteó un nuevo objetivo: que Brasil alcance la capacidad tecnológica para diseñar, desarrollar y producir equipamiento electrónico y software. Posteriormente, a raíz de un cambio presidencial dentro del régimen, se creó en 1979 la SEI (Secretaría Especial para la Informática) que, inicialmente, tuvo un asiento dentro del Consejo Nacional de Seguridad.[3] La principal herramienta utilizada fue la reserva de mercado, primero para minicomputadores y luego extendida a las microcomputadoras en los ochentas.

En Argentina, ya desde inicios de la década de 1970, la empresa *Fate Electrónica* había encarado un proyecto industrial, que la llevó a ser la primera productora y exportadora de calculadoras electrónicas. También inició un

[3] Con la asunción del Gral Figueiredo como presidente tienden a tomar el control de la política de informática sectores vinculados a los Servicios de Información, desalojando a los sectores vinculados a la comunidad académica y profesional que habían impulsado la PNI en los primeros años. Ver Ivan da Costa Marques en «Minicomputadores brasileiros nos anos 1970: uma reserva de mercado democrática em meio ao autoritarismo». História Ciências Saúde *MANGUINHOS* 10(2): 657-681.

ambicioso proyecto consistente en el diseño de una computadora al nivel del estado del arte del momento, la *serie mil*. En 1975, ante una crisis económica nacional, Fate desactivó el proyecto de la *serie mil*. Finalmente el golpe militar de 1976 encumbró una política económica, presidida por el dogma liberal y la apertura irrestricta del mercado que llevó, poco después, a la clausura de todo el proyecto Fate Electrónica.

Simultáneamente a los últimos hechos narrados, por influjo de la prédica del IBI y la imposición del momento histórico, el gobierno militar argentino creó una Subsecretaría de Informática, aunque inoperante en términos de proyectos de desarrollo y dirigida fundamentalmente al contralor de las compras estatales de equipamiento informático.

Como resultado de las políticas aplicadas durante la dictadura, el escenario desplegado en el momento de la asunción del gobierno democrático argentino no era promisorio. Un informe elaborado en 1984 afirmaba que *«...La rama electrónica había comenzado un proceso de desarrollo en nuestro país que se quebró, a partir de 1976, por el efecto combinado de la política aperturista adoptada, la elevación de las tasa de interés, la sobrevaluación cambiaria, y, entre otros factores, la falta total de estímulos para su consolidación y desenvolvimiento. Estas circunstancias condujeron también a la desaparición de los grupos de Investigación y Desarrollo (I+D) y al éxodo masivo de técnicos y profesionales vinculados a la electrónica...».*[4]

## El Proyecto Informático

Dentro del proyecto estratégico impulsado por sectores del gobierno de Alfonsín con la intención de que Argentina pudiera «abordar el tren de la 3RI» a partir de políticas públicas, la informática era una pieza clave. Una prueba clara de esta afirmación se puede leer en los *Lineamientos de Política Científica y Tecnológica*, donde la única referencia específica a una disciplina dentro de la enunciación de los objetivos es la siguiente: *«...Alcanzar una autonomía tecnológica en el campo de la Informática...», a través, entre otras formas, de «...Realizar acciones en el ámbito latinoamericano, de conformidad con las resoluciones de la VIII Conferencia de Autoridades Latinoamericanas de Informática (CALAI)...».*[5]

Las referencias a la cooperación latinoamericana eran parte de una tendencia de los años previos, reforzada por la guerra de Malvinas (acción llevada a cabo por la dictadura argentina en contra del Reino Unido en 1982, que luego

[4] Documento Base de la CNI, SECYT, Octubre de 1984.

[5] *Lineamientos de Política Científica y Tecnológica* (SECyT, 1985).

de una vergonzosa derrota obligó a los militares a reinstaurar la democracia) y por la necesidad que tenía, tanto el gobierno de Brasil como un sector de sus empresarios, de encontrar aliados en su enfrentamiento con los EEUU a raíz de la política de reserva de mercados.[6]

En América Latina se había constituido la Conferencia de Autoridades Latino Americanas en Informática (CALAI). En 1982, como Argentina había sido discriminada, por causa de la guerra de Malvinas, como sede de la Conferencia Internacional de Investigación Operativa (IFORS), se forma la Asociación Latinoamericana de Investigación Operativa (ALIO) que pasó a organizar sus propias conferencias. En 1981 los industriales brasileños impulsaron la formación de la FLAI (Federación Latino Americana de Usuarios de Informática). En 1983 en el marco del Congreso que reunió a las 13° Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa (JAIIO), organizadas por la Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (SADIO), y la 1era. USUARIA (Asociación de Usuarios de Informática de la Argentina), se realizó la Semana de la Comunidad Informática Argentino Latinoamericana, organizada por la FLAI. En la misma se expuso la experiencia de la industria informática brasileña, que causó un importante impacto. También se hizo una presentación del IBI y de sus futuras actividades y proyectos.

En 1984, por decreto de la Presidencia Argentina, se crea la Comisión Nacional de Informática (CNI), con el objetivo de definir Políticas Nacionales (PNI). Dicha CNI se integró con representantes de todas las dependencias de gobierno vinculadas al tema (entre ellas Industria, Comercio, Comunicaciones y Ciencia y Técnica) y también con representantes de las Universidades Nacionales. El Plan que se elaboró aspiraba a generar una industria nacional de informática y electrónica, para lo cual recomendaba estimular la producción local a través de un esquema de promoción industrial y proponía como un importante objetivo la incorporación de conocimientos técnicos y el desarrollo de recursos humanos. En este último aspecto, se aspiraba a la generación de un pensamiento original, ubicado en las fronteras del conocimiento de la época.

Las vicisitudes del proyecto de promoción industrial no son motivo de este trabajo, aunque su trayectoria no estuvo desvinculada de la suerte corrida por

[6] Por otra parte ya Sadosky había mostrado su vocación latinoamericana, integrando a los profesores e investigadores uruguayos a todas las actividades del Instituto de Cálculo (incluyendo el uso igualitario y gratuito de su computadora), fundando y dirigiendo luego el Centro de Computación Científica de la Universidad de la República de Uruguay (1966 a 1973) y eligiendo luego a Venezuela como lugar de su exilio, donde continuó su labor.

los proyectos académicos.[7]

En el plano académico, ya en 1984 se comienza a trabajar en el proyecto de la Escuela Superior Latino Americana de Informática (ESLAI) y en enero de 1985 se sientan las bases de la cooperación binacional que daría lugar al Programa Argentino Brasileño de Informática (PABI), en cuyo seno se desarrollaron las EBAI.

## Los Proyectos académicos de impulso a la Informática

### La formulación del PABI y las EBAI

En enero de 1985 llegó a Buenos Aires una misión brasileña encabezada por el Secretario Especial para la Informática de Brasil e integrada por empresarios y académicos. La Subsecretaría de Informática y Desarrollo de Argentina (SID-SECyT) organizó una serie de reuniones con dicha misión, en las que participaron funcionarios de la SECyT, junto a profesores de la UBA, directivos de SADIO y de las cámaras empresarias representativas de la actividad.

A partir del favorable marco previo ya expuesto, en poco tiempo se redactó un Memorando de Entendimiento que resultó la base para la constitución de los organismos de cooperación bilateral.[8]

El documento era general y mencionaba posibles proyectos industriales, intercambio de misiones empresariales,[9] flujo de datos transfrontera, etc. En su punto 9 se refería a la cooperación en el área científico-técnica, con expresa mención de tres aspectos:

a) desarrollo de recursos humanos,

b) desarrollo de proyectos con posible participación del sector productivo y

c) la creación de un grupo de investigación en tecnología informática de frontera.

---

[7] Se puede consultar al respecto Nochteff, Hugo. Argentina´s Information Policy. In Politics of Technology in Latin America. (Maria Ines Bastos and Charles Cooper eds.). Routledge 1995.

[8] Las bases en la que se asentaron estas negociaciones bilaterales eran dos compromisos diplomáticos pre-existentes: un Convenio de Intercambio Cultural entre Argentina y Brasil firmado en 1968 y un Acuerdo de Cooperación Científico y Tecnológica entre ambos países, firmado en 1980.

[9] Los empresarios brasileños asistentes provenían de empresas concretas, mientras que por el lado argentino participan cámaras, es decir una representación institucional que muchas veces ha funcionado de modo puramente protocolar.

El académico brasileño Dr. Carlos Pereira de Lucena había sido previamente designado para ejercer la coordinación desde la parte brasileña, del grupo de investigación binacional. Por el lado argentino se definió como coordinador al Lic. Armando Haeberer.[10]

En las semanas siguientes ambos coordinadores diseñaron el «Programa Argentino-Brasilero de Investigación y Estudios Avanzados en Ciencias de la Computación» (posteriormente Programa Argentino-Brasilero de Informática - PABI), como una extensión del grupo de investigación binacional en tecnología informática de frontera.

Según su acta de nacimiento, para cumplir los fines del Programa:

*«...se proponen los siguientes medios:*

*a) Escuelas Conjuntas de Verano que tendrán lugar anualmente en forma alternada, una vez en Brasil y otra en Argentina.*

*b) Institucionalización de un grupo conjunto de investigación.*

*c) Apoyo al intercambio de investigadores (con calidad de visitantes) y estudiantes graduados entre ambos países....»*

En dicho documento ya se delinearon las características esenciales de las EBAI y, en particular, se definieron las fechas, el lugar y el programa de la primera, así como las cantidades de vacantes por país y su sistema de selección, el plan de implementación y el presupuesto.

En paralelo a las escuelas, se propuso la realización de Encuentros de Investigadores que diesen forma al grupo binacional de investigación en tecnología informática de frontera.

El Programa tuvo en cada país un grupo responsable integrado por un Coordinador, un Subcoordinador y un Secretario Ejecutivo. En el caso argentino Armando Haeberer, Viviana Rubinstein y Hector Monteverde respectivamente, cuyas tareas se desarrollaron en forma ad honorem. El staff se completó recién en vísperas de la Primera EBAI con una empleada administrativa contratada y dos funcionarios del personal de planta de la SECyT, de los cuales sólo uno -Emilio Poccioni- estaba asignado a tiempo completo. Junto a esta estructura ejecutiva existía una comisión asesora de «notables» del área. Además las EBAI tuvieron un Comité de Programa que asesoraba en la definición de los cursos.

[10] El nombramiento formal de A. Haeberer como coordinador recién se produjo en septiembre de 1985. Esto es una muestra del «espíritu pionero» reinante, que logró que las realizaciones marchasen delante de los trámites formales.

## El PABI y las EBAI en su primera fase: 1986 a 1989

Las EBAI se constituyeron como uno de los dos medios de acción del PABI, junto con el grupo conjunto de investigación. El objetivo fue contribuir a la creación de una masa crítica de investigadores y la formación de una escuela de pensamiento regional en Informática. Eran Escuelas de Verano, realizadas anualmente con sede rotativa en uno y otro país, donde una masa importante de estudiantes y recién graduados en carreras de informática accedian a contenidos del estado del arte dictados por los investigadores que los estaban desarrollando en los principales Centros Académicos.

El diseño original contempló la presencia de 250 estudiantes becarios por país (becas que comprendían traslado, estadía y materiales). De ellos 150 debían haber completado al menos dos años de carrera y 100 debían estar cursando el último año o ser recién graduados; se dictaban doce cursos, entre Básicos, de dos semanas, e Intermedios, de una. En todos los casos, los responsables de curso debían escribir un libro original sobre el contenido del mismo. Con estos libros se fue constituyendo una colección específica en castellano y portugués que era distribuida a las universidades; esta colección llegó a tener sesenta títulos. El llamado a concurso de becas fue público y abierto en todas las Universidades de ambos países; también participaron en grado creciente, a lo largo de las primeras escuelas, estudiantes de otros países latinoamericanos. Para evitar suspicacias se dejó la selección de los participantes a cargo de las Sociedades Profesionales: SADIO y SBC (Sociedade Brasileira de Computação)**.**

Compartiendo el ámbito de las Escuelas, se realizaron los Encuentros de Investigadores, con el fin de fomentar el armado y seguimiento de proyectos conjuntos.

La primera EBAI se realizó en febrero de 1986 en Campinas. La cantidad de solicitudes recibidas sólo por la SADIO, en Argentina, sumó unas 1200. El Comité de Selección decidió utilizar como criterios básicos las calificaciones, las recomendaciones de profesores y eventuales antecedentes académicos (trabajos realizados en el ámbito académico o experiencia docente en el mismo medio). Para estimular la presencia del interior del país se realizó una división en zonas geográficas, y se asignaron cupos por zona, mecanismo que permitía la competencia entre estudiantes con un mismo nivel educativo.

La inauguración contó con la presencia de las máximas autoridades de Ciencia y Técnica de ambos países, los Dres. Sadosky y Archer. El ministro brasileño pronunció allí un significativo discurso, *(« ...la naturaleza estratégica de la Informática, como núcleo irradiador de transformaciones tecnológicas de gran envergadura, requiere redoblar esfuerzos para asegurar un amplio margen de decisión nacional sobre el sector...»)* en el que mencionó también los acuerdos en marcha en el terreno de la biotecnología.

Un equipo de trabajo binacional realizó un gran esfuerzo de logística (traslado, alojamiento, comida y coordinación de aulas, cursos y materiales de estudio para casi 600 personas y la atención permanente de los problemas de cientos de estudiantes).

En paralelo al dictado de los cursos se realizó el primer Encuentro de Investigadores con más de 50 participantes. Como resultado quedaron conformados Grupos por área con un Coordinador de cada país. Las áreas iniciales fueron: Microelectrónica, Ingeniería de Software, Procesamiento de Señales; Robótica y Automatización, Teoría de la Programación, Redes y Sistemas Expertos e Inteligencia Artificial.

En este Primer Encuentro quedaron determinados la sede, el grupo organizador, el comité de programa y la nómina de cursos de la Segunda EBAI. Se propuso, como parte de la Segunda EBAI, la realización de laboratorios. Éstos se definieron como pequeños proyectos de implementación, realizados por grupos de alrededor de veinte alumnos, que deberían realizar estudios específicos previos a la iniciación de la EBAI.

La segunda EBAI (Tandil, 1987) incluyó dos laboratorios de tres semanas de duración y dedicación exclusiva: uno de Microelectrónica y otro de Ingeniería de Software. También se asignaron automáticamente becas al 25% de los mejores alumnos de la escuela anterior. Este criterio, que luego se mantuvo, reforzó la continuidad al fomentar los reencuentros y el conocimiento mutuo entre estudiantes de distintos puntos de las distintas regiones y países. Al terminar esta Escuela, los responsables de Ciencia y Técnica de ambos gobiernos firmaron un Complemento sobre Informática del Convenio de Cooperación en Ciencia y Técnica ya existente. En su discurso de clausura el Dr. Sadosky citó a Goethe *«...La gran rueda de la Historia raras veces se detiene: hay que luchar y vencer; o ser yunque o ser martillo...» para luego afirmar: «...Ya hemos sido mucho tiempo yunques. Queremos ser martillos para modelar nuestro futuro...».*

La Tercera EBAI (Curitiba 1988) y la Cuarta (Río Hondo, 1989) mantuvieron vivo el espíritu y la organización de estos encuentros. En esta última la asistencia fue de 210 alumnos por Brasil, otros tantos por Argentina y 28 de otros países de América Latina (Bolivia, Chile, Nicaragua, Paraguay y Uruguay).

## Los proyectos de investigación

Durante el año 1986 surgió **ETHOS** (Estación de Trabajo Heurística Orientada a la Ingeniería de Software), como un proyecto conjunto que englobaba Ingeniería de Software, Inteligencia Artificial, Teoría de Programación y Arquitecturas de Computadoras. El II Encuentro de Investigadores, conjunto

con la 2da. EBAI, estuvo centrado en ETHOS. Se lanzó el proyecto Micro ETHOS, como banco de prueba de las ideas de ETHOS. A partir de allí y durante 1987 un equipo binacional de programadores, instalados en la ESLAI, avanzó en la construcción de un prototipo de software que verificara tanto la factibilidad como las ventajas de uso del proyecto. MicroETHOS se implementó en LISP en un sistema para inteligencia artificial DEC (basado en una VAX 350). El caso de estudio para la prueba final fue la implementación de un lenguaje estrictamente gráfico, funcional y concurrente «Acuarela».[11] MicroETHOS permitió una implementación rápida y cómoda.[12] En paralelo al desarrollo de Micro ETHOS, dos encuentros adicionales de investigadores se dedicaron a debatir las ideas de ETHOS. El primero (Petrópolis, abril de 1987) fue precedido por un llamado público a presentar trabajos vinculados a ETHOS. El IV Encuentro de Investigadores (Río Hondo, enero de 1989), analizó los resultados de MicroEthos. Participaron del mismo unos 60 investigadores de ambos países. En abril de 1989 se realizó un encuentro binacional con participación de la Coordinación del PABI y del Comité Asesor Binacional del mismo. En las actas del encuentro apareció como planteo del lado argentino la necesidad de obtener «una mejor relación entre recursos empleados y resultados específicos». El lado brasileño planteó una reestructuración del PABI, la focalización de los proyectos de investigación, ajuste de recursos por escasez, etc. Se sugirió orientar la temática de las EBAI hacia los temas de los proyectos focales y actividades asociadas. En todo caso era evidente que Argentina tenía un escaso desarrollo de grupos de investigación propios y que era prioritaria la generación de masa crítica, actividad a la que apuntaban las EBAI y, sobre todo, la ESLAI.

## El segundo período del PABI: 1989-1995

Con el cambio de gobierno de julio de 1989 en Argentina, fue designado al frente de la SECyT el Dr. Matera, vinculado a la derecha del peronismo. Fue nombrado en la SID el Lic. Carlos A. Sassali.

El elenco inicial argentino del PABI fue removido, todo lo hecho fue revisado y se iniciaron auditorias con vistas a detectar presuntos manejos fraudulentos. En paralelo, como se verá más adelante, la ESLAI sufrió una lenta agonía y se vio obligada a cerrar por inanición en 1990 (mas allá de una retórica oficial

[11] «Acuarela, Un Ambiente de Programción», Trabajo de graduación en la ESLAI de Luis Mandel. Director J. Aguirre, Codirectores: D. Riesco, L.Roqué, H. Cobo, G. Montejano (Programadores del Grupo Micro ETHOS) Diciembre de 1988.

[12] La única dificultad fue la poca memoria del sistema, que hacía que el interprete LISP entrará frecuentemente en garbage collection probando la paciencia del espectador.

que la mantuvo en organigrama hasta mucho tiempo después).

En noviembre de 1989, una reunión binacional, con participación de las nuevas autoridades, acuerda realizar las EBAI cada dos años y volver a fojas cero con la definición de los proyectos de investigación, discontinuando los que estaban en marcha, en especial ETHOS. En Agosto de 1990 se realizó en Mar del Plata el V Encuentro de Investigadores, mucho más restringido.[13] Se redefinieron áreas de interés y se confirmó la V EBAI a realizarse en Nova Friburgo, en 1991. La V EBAI se estructuró en tres áreas con tres cursos cada una. Hubo continuidad en los laboratorios de Microelectrónica e Ingeniería de Software. El cupo de asistentes fue sensiblemente menor: participaron 208 alumnos en total, sumando los asistentes a los cursos y laboratorios.

Desde febrero de 1991 a noviembre de 1992 no se registró actividad binacional. En Argentina el PABI subsistió en la figura del equipo de coordinación (tres personas), sin presupuesto para actividades, y en la retórica de los balances de gestión de la SID.

En noviembre de 1992 se realizó una reunión de la Comisión Intergubernamental y allí se habló de «relanzar el PABI». Los balances de actividades presentados por ambas coordinaciones nacionales desde la V EBAI fueron prácticamente nulos. En dicha reunión se discutió el futuro de las EBAI y se decidió centrarlas en los proyectos binacionales, reducir el número de participantes y limitarlo sólo a egresados, con un cupo reservado a profesionales que trabajaban en empresas.

La VI y última EBAI se realizó en julio de 1993 en Embalse Río Tercero, en medio de agudas restricciones de presupuesto. Se dictaron 3 Laboratorios y 3 Cursos. Los tres laboratorios estaban asociados a los proyectos redefinidos: Microelectrónica, Domótica y Multimedia. Se otorgaron becas a 10 alumnos por país y por actividad, todos egresados o alumnos de postgrado. En paralelo se realizó el VI Encuentro de Investigadores.

Después de la VI EBAI, el PABI cayó en total inactividad. A fines de 1993 aparece una convocatoria para presentar propuestas de cursos y laboratorios para una VII EBAI a realizarse en enero de 1995 en Porto Alegre, que no se concreta. En 1994 y 1995 los coordinadores argentinos del PABI, ahora funcionarios contratados por la SID son derivados a tareas de desarrollo de software administrativo interno.

A poco de comenzar, en 1995, la segunda presidencia de Menem, se modifica el organigrama de la SECyT. En el nuevo esquema desaparece la SID y, con ella, el PABI.

[13] Fuentes de la SECyT, en comunicaciones personales, explican este hecho en decisiones no escritas de radiar a los investigadores ideológicamente no deseables.

## La Escuela Superior Latino Americana de Informática (ESLAI)

El proyecto ESLAI se inició en 1985 por iniciativa del Gobierno Argentino, con el objetivo de constituir un centro de excelencia en docencia universitaria e investigación en Informática para la región latinoamericana. Mediante la ESLAI se pretendía elevar el nivel general de los sistemas regionales de formación profesional, superando el atraso del sector y permitiendo, en consecuencia, disminuir la brecha tecnológica. Se esperaba lograr este objetivo mediante el proceso de difusión que supondría la inserción en el sistema académico y productivo de un grupo reducido pero altamente capacitado de graduados y posteriormente de los que regresasen, después de completar su formación de postgrado en el exterior. A través de la ESLAI se aspiraba realizar una importante labor de capacitación profesional, brindando a la comunidad informática cursos de actualización, dictados por especialistas de primer nivel internacional. A mediano plazo, la ESLAI debía constituir una Escuela de Postgrado, cuando la reinserción de sus egresados, doctorados en el exterior, y la conformación de grupos propios de investigación, permitieran lograr masa crítica para ello.

Para lograr resultados rápidamente, aprovechando al máximo los recursos invertidos, se buscó minimizar el tiempo de permanencia de los estudiantes y garantizar tanto la mejor aptitud de los ingresantes como la dedicación exclusiva al estudio. Estos objetivos coincidían con los que llevaron al Dr. José Antonio Balseiro a fundar el Instituto de Física de Bariloche, que actualmente lleva su nombre; consecuentemente se adoptó para la ESLAI una arquitectura análoga a la del Instituto Balseiro, basada en los siguientes pilares:

1. Un ciclo de estudios de tres años, en los cuales se completaría una formación básica adquirida previamente aprobando al menos dos años de una carrera universitaria afín.
2. Un cupo limitado de alumnos seleccionados. La selección se realizaba mediante en una prueba tomada simultáneamente en todos los países de Latinoamérica y el Caribe, prueba que servía al doble objetivo de seleccionar a los aspirantes más aptos y garantizar que los alumnos ingresaran con la formación previa presupuesta.
3. La condición de dedicación plena al estudio, facilitada por medio de una beca de la que gozaban todos los alumnos y cuyo mantenimiento era estrictamente controlado.

Como se trataba de un proyecto estratégico se pensó en su «blindaje político» que lo protegiera de la ya tradicional carencia argentina de políticas de estado: La Escuela constituiría un emprendimiento regional, que abarcaría a países

de Latinoamérica y el Caribe. Este carácter amortiguaría los eventuales cimbronazos locales; además permitiría alcanzar escala y facilitar el acceso a financiamiento internacional. La ESLAI dependería administrativamente de una fundación creada ad hoc, la Fundación Informática, cuyo directorio estaría formado por miembros de la UNESCO, la SECYT, empresarios informáticos y personalidades académicas. Al colocarse a la Escuela fuera del ámbito estatal en un ente heterogéneo estaría más resguardada de los avatares de la política local. El hecho de que buena parte de su presupuesto estaría compuesto por fondos internacionales, provenientes del IBI, reforzaba el esquema de «blindaje».

La ESLAI funcionó con un cuerpo docente integrado por muy pocos Profesores Ordinarios, ya que la mayoría eran contratados por períodos breves. También contaba con un conjunto reducido de auxiliares docentes, denominados Instructores. Los profesores eran seleccionados por un comité internacional y los Instructores por concurso.

El plan de estudio comprendía dos años de materias obligatorias y un tercer año donde se debía completar un determinado cupo de créditos de materias electivas. Además durante este último año debía realizarse una pasantía y la tesina de graduación. La primera era un trabajo de iniciación profesional y la última de iniciación en la investigación. Mediante las pasantías a realizarse en distintas empresas e instituciones se esperaba iniciar la vinculación de la ESLAI y sus egresados con el medio. El título -Licenciado en Informática- era otorgado, mediante un convenio especial, por la Universidad Nacional de Luján, que carecía de otras carreras informáticas.

El proyecto fue acordado con varios países de la región y el IBI otorgó el principal financiamiento para su funcionamiento. La infraestructura fue provista por el Estado Argentino y por el Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. El equipamiento, muy importante para la época, fue donado por el Gobierno Italiano -estaba constituido por una red integrada por dos servidores UNIX y 57 PC´s-. La UNESCO subsidió la compra de material bibliográfico. Convenios con Italia y Francia permitieron que seis profesores italianos y dos franceses dictaran sendas asignaturas durante un semestre cada uno. La Comunidad Económica Europea otorgó un primer subsidio de treinta mil dólares para la contratación de especialistas europeos para dictar cursos breves. Posteriormente, frente a los informes favorables, presentados por los visitantes, otorgó otro de setenta mil dólares y en el momento de su cierre se gestionaba un tercer subsidio de trescientos mil.

## Los años de normalidad: 1986 a 1989

La ESLAI inició sus clases en febrero de 1986. Los alumnos seleccionados en la primera cohorte provenían de distintas regiones de la Argentina, de Uruguay, Paraguay, Ecuador, Venezuela, Colombia y Perú.

Los cursos de la Escuela contaron con profesores de primera línea, entre los que puede citarse a Jean R. Abrial -asesor de la CEE-, Ugo Montanari -CNR-,

Carlo Ghezzi -Politécnico de Milán-, Helmunt Partsch -Universidad Católica de Nijmegen-, Georgio Ausiello -Universidad de Roma-, Jean Pierre Jounnaud -Universidad de París.

Durante el periodo 1986-1989 los mismos profesores que dictaron los cursos del plan de estudios de la Escuela, asignaturas semestrales de los dos primeros años y cursos optativos intensivos de distinta duración del tercer año, también dictaron 34 cursos abiertos a la comunidad, a los que asistieron 350 profesionales, docentes e investigadores.

El régimen de pasantías permitió iniciar una fructífera relación con el medio productivo, realizándose trabajos con importantes empresas e instituciones de Argentina, Brasil, Ecuador, Venezuela, Uruguay e Italia.[14]

Se constituyeron grupos de investigación y esta actividad, si bien incipiente, había producido a su cierre, en 1990, 28 publicaciones y 54 presentaciones a congresos.

En 1988 se produjo la graduación de todos los egresados de la primera cohorte. Al año siguiente se produjo la segunda promoción. Algunos de los egresados retornaron a sus países y otros partieron a realizar estudios de posgrado con becas provenientes del exterior -sin costos para sus países- , a Inglaterra, Francia, Suecia, Holanda, Italia, Brasil, Alemania, Estados Unidos, Israel, Escocia y Brasil.

Ambas cohortes sumaron 59 ingresantes, de los cuales se graduaron 54. De ellos 27 partieron al exterior a realizar doctorados, así como 5 Instructores.

Los resultados porcentuales se muestran a continuación:

Respecto de los alumnos:

- Tasa de egreso de la ESLAI: 92%.
- Porcentaje de egresados que partieron a doctorarse: 50 %.
- Egresados que obtuvieron título de doctor de los que partieron: 81%.
- Porcentaje de egresados ya doctorados que regresaron a Latinoamérica: 44%.

[14] ALUAR S.A (Argentina), Interfase S. A.(Uruguay), IdeaSoft (Uruguay), Petróleo de Venezuela S. A., Techint S.A., Propulsora Siderúrgica S.A.I.C(Argentina), SADE S.A (Argentina), SIDERCA S.A.(ARGENTINA), IBM Argentina S.A., SIGEBA S.A. (Argentina), TTI S.A: (Argentina), PRODAT (Argentina), Comisión Nacional de Energía Atómica (ARGENTINA), Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana, Facultad de Arquitectura, Facultad de Ingeniería, Facultad de Medicina y Facultad de Derecho de la Universidad de Buenos Aires, INCO Universidad de la República Oriental del Uruguay, Universidad de Pernambuco (Brasil), Universidad Federal de Río de Janeiro (Brasil), Universidad de Pisa (Italia).

- Porcentaje de egresados doctorados radicados en Argentina respecto de los egresados argentinos que partieron: 33%.

Respecto de los instructores que partieron,

- Obtuvo título de Doctor el 80% y todos ellos regresaron.
- Están radicados la Argentina en la actualidad 11 doctores de entre los que se doctoraron en el exterior, ya sea ex instructores o graduados de la Escuela.

El cuadro siguiente muestra los resultados totales de los que partieron al exterior

| | **Instructores** | **Alumnos** | **Total** |
|---|---|---|---|
| **Total** | 5 | 27 | 32 |
| Obtuvieron título de Doctor | 4 | 22 | 26 |
| Regresaron a Latinoamérica | 4 | 12 | 16 |
| Regresaron a Argentina | 3 | 8 | 11 |
| Nacionalidad argentina | 3 | 24 | 27 |

Resultados de los doctorados en el exterior de egresados e instructores de la ESLAI de la primer cohorte (Fuente: relevamiento personal)

## Agonía y Cierre de la ESLAI

Con el egreso de 1989 finalizaría el funcionamiento normal de la ESLAI. Como ya se mencionó respecto del PABI, en julio de ese año había asumido la Presidencia de la Nación el Dr. Carlos Menem, como Secretario de Ciencia y Técnica el Dr. Raúl Matera y como Subsecretario de Informática el Lic. Carlos Sassali. El IBI se había disuelto en 1987[15], pero el flujo de financiación externa que recibía la ESLAI de ese organismo había quedado garantizado por un acuerdo firmado con el Gobierno Nacional en el momento de su disolución. De este modo se había intentado preservar el blindaje político previsto en su diseño. No

[15] La disolución del IBI fue el resultado de procesos históricos mas generales, pero el factor determinantes fue la presión del gobierno de EEUU y algunos de sus aliados de Europa Occidental para neutralizar las acciones de este organismo. Entre las mismas se contaba la promoción de proyectos que estimulaban la independencia tecnológica de los países del «Tercer Mundo», enfrentando los intereses de las corporaciones. En particular, algunos de estos proyectos habían contribuido a romper el bloqueo informático norteamericano sobre Cuba y Nicaragua.

obstante la liberación de partidas presupuestarias requería de actos administrativos que debía iniciar la Subsecretaría de Informática. Ya hacia fines del 89 las remesas de fondos se habían atrasado por falta de gestión de los correspondientes libramientos y la situación financiera de la Escuela era crítica. Durante el 90 la situación llegó a límites insostenibles, los docentes dejaron de cobrar sus sueldos, los alumnos de percibir sus becas. Hacia junio el concesionario del comedor dejó de proveer alimentos, ante una deuda acumulada de varios meses, quedando los alumnos sin la componente alimentaria de sus becas.

La hostilidad de los nuevos funcionarios del área hacia la gestión precedente había encontrado un arma eficaz y discreta: la demora burocrática.

Toda la comunidad de la Escuela ejerció una enconada defensa. Los alumnos organizaron un comedor comunitario, los docentes continuaron dando sus clases sin cobrar y se realizaron importantes esfuerzos por lograr un consenso político que permitiera superar la situación. El problema de la ESLAI cobró importancia en los medios de comunicación. Representaciones diplomáticas de los países con alumnos en la Escuela manifestaron su preocupación. Se contó con apoyos en los dos partidos mayoritarios en el Congreso y se consiguió que la Comisión de Ciencia y Técnica de la Cámara de Diputados, presidida por el diputado justicialista Jorge Rodríguez, citara al Subsecretario de Informática para esclarecer la situación. En ningún momento las autoridades de la SECYT dejaron de manifestar su apoyo verbal, pero los fondos no llegaban y las soluciones prometidas se esfumaban o eran reemplazadas por otras, tan efímeros como las anteriores.

La creación de la ESLAI había despertado en su momento recelos en sectores universitarios, situación comprensible frente la disparidad entre el presupuesto por alumno de la Escuela y los exiguos recursos de las universidades. Sin embargo todo el sistema académico defendió decididamente a la Escuela en sus tiempos de infortunio. En esta defensa el Rector Busnelli de la Universidad Nacional de Luján tuvo un rol destacado. Por su parte, la SADIO estuvo siempre presente y sus boletines de la época son uno de los pocos registros de los sucesos de este período[16].

Hacia julio del 90 se recibió una partida que permitió saldar deudas y comenzar normalmente las clases del segundo semestre. En septiembre, agotados esos fondos, se repitió la situación anterior de cesación de pago. El desgaste había sido demasiado grande. Esta vez las aulas de la ESLAI se cerraron para siempre.

---

[16] Boletines de SADIO de Mayo 1990; Nov-Dic. 1990; Marzo-Abril 1991;Mayo-Junio 1991; Sept-Oct. 1991. Biblioteca de SADIO..Uruguay 252 2do.D. Buenos Aires.

Después seguirían sólo las operaciones de rescate del naufragio, no exentas de heroísmo. La ESLAI pasó a depender, carente de presupuesto, de la Universidad de Luján. Convenios con universidades y la colaboración desinteresada de algunos profesores permitió que muchos de los alumnos damnificados, de alguna manera, terminaran sus estudios.

Recurrentemente se realizaron proyectos de reapertura ante promesas de fondos. La mayor sinrazón la constituyó, a pocos años de su cierre, la compra, con fondos internacionales destinados a la ESLAI, de un edificio céntrico para reinstalarla, en el que ha dormido inaccesible, durante la última década, su valiosa biblioteca, junto a su pionera red de computadoras que, prolijamente embalada, se ha ido transformando en material arqueológico.

## El Impacto de los proyectos

### El PABI y las EBAI

Una evaluación del PABI no puede desglosarse de la suerte del proyecto en el que estaba inmerso. La creación de una industria electrónica e informática, de la cual las iniciativas académicas eran parte, se frustró completamente[17]. El objetivo de acumular masa crítica para ese proyecto tampoco se pudo concretar.

## ¿Qué quedó entonces de lo hecho por el PABI?

Las actividades de mayor impacto directo fueron las EBAIs ya que el desarrollo de proyectos de investigación requería de tiempos mas extendidos para fructificar. Las EBAIs comenzaron a constituirse en el punto de encuentro e intercambio de las nuevas generaciones de estudiantes avanzados y recientes egresados. A la par, los Encuentros de Investigadores comenzaron a forjar (y en algunos casos a concretar) proyectos comunes de investigación y desarrollo. La interconexión de ambos eventos y su dinámica permitían pronosticar la creación de una masa crítica de investigadores y profesionales altamente capacitados y con experiencia en la interacción entre latinoamericanos. Sin embargo su pronto final no permitió consolidar una tradición. Dicho esto, hay que señalar como balance que casi 2000 estudiantes recibieron cursos o participaron en laboratorios de los temas de punta en la disciplina y pudieron compartir un ámbito con los investigadores que trabajaban en esos temas. Aun más trascendente, la colección EBAI de aproximadamente sesenta títulos originales en portugués y castellano distribuida a todos los centros de estudios superiores de

[17] Nochteff, Hugo. Argentina´s Information Policy. In Politics of Technology in Latin America. (Maria Ines Bastos and Charles Cooper eds.). Routledge 1995. Nochteff, Hugo. El Desarrollo Ausente. Tesis Norma. 1995.

la región se convirtió en un agente multiplicador. Todavía a mediados de los 90 muchos textos se usaban en las carreras informáticas y se detectaban reediciones de los mismos.

## El impacto de la ESLAI

A partir de la masiva posibilidad de asistir a cursos de capacitación y de tener contacto con investigadores de primera línea que brindó la ESLAI y luego con la inserción de sus primeros egresados, se inició un proceso de enriquecimiento del sistema académico que iba a acelerarse durante toda la década del 90 y a continuar en lo que va del milenio. La investigación se fue insertando en la actividad universitaria, creciendo notablemente su producción; surgieron Escuelas de Postgrado y a partir de 1994 los egresados de la ESLAI, junto con otros graduados que habían partido a realizar doctorados en el exterior, comenzaron a reintegrarse a nuestras universidades. La cantidad de doctores en Informática en la Argentina[18] sufrió un incremento destacable. Hasta el regreso de sus primeros egresados ya pos doctorados, producido en 1994, la carencia de doctores en Informática era casi absoluta: sólo uno en todo el Sistema Universitario. Para 1997 se habían graduado localmente los dos primeros doctores argentinos, aún con dirección externa.[19] Desde entonces solamente la Universidad de Buenos Aires ha graduado 29 doctores y hay más de cien actualmente en el país, ya sea doctorados en él o en el exterior. En la actualidad las Escuelas de postgrado locales han comenzado una creciente producción; un proceso similar se ha dado en Uruguay. Obviamente estos procesos no son sólo consecuencias de la ESLAI y resulta dificultoso, como en todo proceso social, separar el impacto de la ESLAI de otros factores, como la maduración de los planteles universitarios, el aumento de contacto con los centros generadores de conocimiento que posibilitan los actuales sistemas de comunicación y las facilidades de acceso electrónico a bibliografía actual y el desarrollo de programas también orientados a propósitos similares como el PEDECIBA en Uruguay y el FOMEC en la Argentina. Sin embargo el período de la ESLAI marca una inflexión en el sistema académico que inicia un importante *cambio cultural*.[20]

---

[18] Los autores no tienen datos sobre otros países de la región

[19] Turull Torres en la UNSan Luis en 1996, con dirección de Alberto Mendelzon y Martina Marré en la UBA en 1997.

[20] Si bien es un concepto poco preciso, podemos incluir en él algunos elementos definidos como, por ejemplo, la preocupación por los fundamentos tanto o más que por las herramientos, por conocer el estado del arte, leer literatura y asistir a cursos o conferencias en otras lenguas, realizar trabajos originales; etc.

Otra consecuencia importante de la ESLAI es la creación de una vasta red informal de contactos de cooperación e intercambio de ideas. Los miembros de la ESLAI se han diseminado por Latinoamérica, Estados Unidos y Europa, algunos insertos en el ámbito académico, otros incorporados al sector productivo; muchos ocupando posiciones importantes. Ellos han establecido naturalmente una red de contactos que permite un ágil flujo de ideas e información y posibilita la cooperación entre los sectores en que se desempeñan. A manera de ejemplo: la creación de un Departamento de Ciencias de la Computación en la Universidad Nacional de Río Cuarto, donde ningún egresado de la ESLAI residía, pero que fue dirigido por uno de sus ex miembros, contó con siete profesores visitantes que habían sido alumnos o docentes de la ESLAI que dictaron o dictan asignaturas del plan, mientras que las Escuelas de Verano de Ciencias Informáticas, que dicho Departamento organiza, contaron con veinte profesores que también habían pertenecido a la ESLAI.

## Algunas Consideraciones sobre el Final del PABI y la ESLAI

El PABI y la ESLAI eran iniciativas enmarcadas en un proyecto más general. Sus impulsores[21] creían en el poder transformador del desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, creían en la posibilidad de que Argentina iniciara un «despegue» en base a dicho poder, confiaban en la implementación de políticas públicas más generales (Plan Nacional de Informática, PNI), contaban con una cadena de apoyos políticos (SECyT, otras dependencias como la Secretaría de Industria, promesas de apoyo desde la Presidencia), esperaban la incorporación de empresarios (en forma directa y a través de las empresas que se incorporaran a la promoción del PNI). Además estaban imbuidos de una «mística» que los llevaba a resolver los obstáculos en base a un fuerte compromiso personal, heredado del estilo del grupo innovador de la Facultad de Ciencias Exactas de Buenos Aires en los años sesentas. Y varios eran ellos mismos científicos e investigadores apasionados con los proyectos que gestaban. Sin embargo, las condiciones vigentes en el país y el mundo habían cambiado en veinte años y esto afectaba la aspiración de un retorno del «espíritu de los sesentas».

El estado argentino estaba debilitado por las políticas de la dictadura militar de 1976/83. La década de 1980 es la llamada «década perdida» del desarrollo en América Latina. Es el período en que comienza la «crisis de la deuda» en toda la región, factor que ponía duras limitaciones incluso en tibios proyectos

[21] Entre los muchos actores protagónicos, cabe citar a la Dra. Rebeca Guber y a Armando Haeberer como casos paradigmáticos de este compromiso y del liderazgo de los proyectos aquí narrados.

de desarrollo. Las empresas públicas que en los sesentas supieron ser los principales demandantes de tecnología local enfrentaban graves dificultades de financiamiento para renovarse.[22]

La ideología dominante en las elites y en buena parte de la dirigencia política ya no era el desarrollismo sino el neoliberalismo en su fase ascendente. Este giro se manifestó en los sucesivos cambios de la política económica del gobierno de Alfonsín que fueron cada vez más divergentes con el proyecto de Políticas Nacionales de Informática. El mismo Poder Ejecutivo que había lanzado la iniciativa en 1984, luego no la respaldó consecuentemente e incluso, en particular desde Economía, la boicoteó.[23] El sostén de las PNI recayó en algunas secretarías de estado, los técnicos de algunos centros como el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y algunos industriales innovadores pequeños y medianos . Las fuerzas políticas que debían apoyarlas en el plano legislativo fueron indiferentes u hostiles. La hegemonía del pensamiento neoliberal, que luego se alcanzó durante la gestión de Menem, se había ido constituyendo al final del ciclo anterior.[24]

El contexto internacional tampoco era favorable. La evolución de la industria informática de base fue requiriendo, cada vez más, grandes concentraciones capital intensivas. Todo el «sueño» de la producción local de computadoras estaba basado en la posibilidad abierta por la tecnología de las «minis» y se tornó muchísimo más complejo cuando el surgimiento de las PC's. Este factor objetivo, entrelazado con el auge de las concepciones de libre mercado, debilitó la creencia en un desarrollo autónomo o regional del complejo electrónico-informático. Hacia fines de los 80 se produjo también la decadencia de la política brasileña de informática hasta que finalmente la reserva de mercado fue derogada en 1992. Otro síntoma de este nuevo contexto fue la desaparición del IBI como organismo internacional en 1988.

Por otra parte, la comunidad científica argentina había quedado fracturada

---

[22] En el caso de la empresa estatal de telefonía (ENTEL) se imaginó un Plan de financiación por los propios usuarios (Megatel), que eludía las restricciones financieras señaladas y que generaría a la vez una fuerte demanda de desarrollos locales en electrónica. La financiación fue en parte exitosa pero la debilidad más general del gobierno impidió que sirviera de palanca al desarrollo tecnológico. (Nochteff, obras citadas).

[23] El PABI, aun en sus mejores momentos, tuvo que lograr los fondos para cada evento y/o proyecto a través de subsidios del CONICET para miembros individuales del equipo.

[24] Así fue como la suerte de la ESLAI apenas mereció preocupación de las élites políticas y económicas en el nivel del discurso de ocasión.

por las persecuciones y exilios, incluyendo dentro de este fenómeno un quiebre generacional entre las figuras que retornaban del exterior, moldeadas en los sesentas y cuya formación y actividades habían quedado suspendidas alrededor de 1974/76 y las generaciones formadas durante la dictadura. Estos fenómenos, afectaron seriamente su capacidad de movilización. En particular, existía una débil comunidad académica en Informática. Esta comunidad recién comenzó a ampliarse y fortalecerse en gran medida gracias a la efímera experiencia de la ESLAI.

Creemos que todas estas circunstancias contribuyeron a la endeblez de los proyectos que aquí historiamos. Pero esta endeblez no implicaba automáticamente tan abrupta caída. Existieron para ello condiciones políticas concretas que surgieron con el cambio de gobierno en 1989. Mientras la Economía entraba de lleno en el credo neoliberal, la SECyT había sido «entregada» a un sector de la comunidad científica visceralmente enfrentado a la tradición encarnada en el equipo de Sadosky.[25] Este sesgo se sumó a la habitual inestabilidad de las políticas públicas en Argentina, que, ante un recambio, promueven el cuestionamiento o desconocimiento de todo lo hecho.[26] En definitiva fueron personas concretas las que asumieron las distintas decisiones que desencadenaron, a sabiendas, una nueva frustración de enorme costo hacia el futuro si se tiene en cuenta el momento en que fue infligida.

## Conclusiones

Lo analizado hasta aquí muestra como, una vez más en la historia Argentina, un cambio político acarreó la ruptura de proyectos académicos exitosos.

También que, pese a su prematuro final, ambos proyectos han tenido efectos importantes en el desarrollo académico de la disciplina a la que estaban destinados y han demostrado que emprendimientos plurinacionales en América Latina y el Caribe pueden superar la carencia individual de masa crítica y lograr escalas que hagan viable su implementación.

---

[25] La tradición renovadora representada por Sadosky estaba influenciada por la reforma universitaria, el proceso de modernización cultural y, en general, ideas de la izquierda política y cultural. El equipo del Dr. Matera, que asume la SECyT en 1989, provenía de las antípodas de esa tradición, había prosperado en los regímenes militares y expresaba un pensamiento católico preconciliar.

[26] Este punto hace clara la diferencia entre Argentina y Brasil, respecto del respeto de Políticas de Estado; en Brasil el cambio de gobierno de 1990 pese a tener orientaciones similares al argentino no afectó la continuidad de la gestión del lado brasilero del PABI.

# CAPÍTULO 13

# Os primórdios da Internet no Brasil

Marcelo Sávio Carvalho* & Henrique Luiz Cukierman**

*Arquiteto de Tecnologia de Informação -IBM Brasil-msavio@br.ibm.com
**Professor Adjunto -Linha de Pesquisa em Informática & Sociedade-Programa de Engenharia de Sistemas e Computação -Instituto Alberto L Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE)-Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)-hcukier@cos.ufrj.br

## Resumo

Este trabalho descreve a implantação da Internet no Brasil como uma construção sociotécnica, a saber, como resultado, entre outros, de um conjunto de técnicas, atos regulatórios, iniciativas acadêmicas, investimentos estratégicos do Estado e seus agentes, ações mercadológicas de empresas e trabalhos do terceiro setor. Inicia-se com um breve histórico da Internet, desde o seu surgimento nos EUA no final dos anos sessenta, ainda nos domínios do «mundo fechado» dos projetos da ARPA, até alcançar sua implantação no Brasil no início dos anos noventa, abrangendo também algumas outras iniciativas de redes públicas e o desenvolvimento de comunidades virtuais que surgiram no País na década de oitenta.

## Abstract

This work describes the implantation of the Internet in Brazil, as a sociotechnical construction, result of a set of regulatory acts, academic initiatives, strategical investments of the government and its agents, marketing actions of companies and efforts of the third sector. It initiates with a historical briefing of the Internet, since its roots in U.S.A. in the end of the sixties, still under the domain of the «closed world» of the ARPA projects and goes until its implantation in Brazil in the beginning of the nineties, also passing through some other initiatives of public networks and the development of virtual communities that took place in the country in the decade of eighty.

## Introdução

Este trabalho se propõe a apresentar alguns elementos para uma história da Internet no Brasil, que, apesar de conhecida e utilizada por milhões de brasileiros habitantes do ciberespaço, possui seu (recente) passado no país ainda desconhecido de muitos.

O texto baseia-se nos ensinamentos dos Estudos de Ciência e Tecnologia (*Science and Technology Studies*), difundidos principalmente por [LAW, 1992], [LATOUR, 2000] e [CALLON, 1986]. Esses estudos mostram que a história da ciência e da tecnologia pode ser muito mais rica quando vista não como uma seqüência cronológica de «invenções» e «descobertas», mas como uma história que reconhece as contingências, as bifurcações, os caminhos alternativos que poderiam ter sido seguidos e, principalmente, a existência e o papel das redes sociotécnicas.[1]

Ressaltamos que, além de termos vivenciado algumas das experiências aqui descritas, procuramos reconstituir, os primórdios da Internet no país. Na descrição de fatos e artefatos que compõe a breve história da Internet, acreditamos que será possível reconhecer situações e realidades ainda atuais e, ao mesmo tempo, sentir uma sensação de obsolescência, como se estivéssemos relatando acontecimentos de muitas décadas atrás. Jean Baudrillard [1997] definiu com muita propriedade essa «aceleração da modernidade», onde presente e passado são vistos simultaneamente, criando uma história esférica, e não mais linear, que destrói as próprias noções de passado e presente.

## Primeiros movimentos para a construção das redes

No auge da Guerra Fria, em um período recheado de testes de bombas nucleares, conflitos em diversas regiões do planeta e uma acirrada corrida espacial, o Departamento de Defesa dos EUA criou uma agência de fomento às pesquisas, a ARPA (*Advanced Research Projects Agency*), que visava o restabelecimento da liderança norte-americana em ciência e tecnologia, combalida pelos sucessos dos soviéticos na produção de artefatos nucleares e no seu programa espacial. Essa Agência, em convênio com algumas universidades escolhidas a dedo, investiu milhões de dólares em diversos projetos e, entre esses, o da criação de uma rede que pudesse conectar os diferentes computadores, distantes e isolados entre si, das universidades patrocinadas. Essa rede,

[1] O conceito de «rede sociotécnica» visa superar a separação entre «ciência» e «sociedade», entre «cultura» e «natureza». A extensão da rede e sua composição são sempre contingenciais, de tal forma que não é possível mais identificar algo puramente «social» ou puramente «técnico». Tudo é um constante emaranhar, como um tecido inconsútil.

que veio a ser chamada de ARPANET, entrou em operação no final de 1969 e expandiu-se ao longo da década de setenta. A partir do final dessa década algumas outras redes acadêmicas (USENET, BITNET, CSNET, FREENET, etc.) funcionavam já sem nenhum apoio direto do governo dos EUA, na base da cooperação entre as instituições acadêmicas, cada uma delas responsável pela manutenção de sua ligação ponto-a-ponto com o próximo nó da rede. Essas redes representaram uma alternativa de comunicação entre pesquisadores de instituições que não estavam ligadas à ARPANET por motivos financeiros e/ou políticos.

Ainda na década de oitenta, diversos usuários de microcomputadores domésticos nos EUA começaram a compartilhar suas máquinas com outros usuários, através de modems conectados às linhas telefônicas comuns. Esses usuários trocavam mensagens, arquivos e programas, e reuniam-se em grupos virtuais, chamados de BBS (*Bulletin Board Systems*) que, entretanto, ainda não se comunicavam entre si até meados de 1984 quando, através de uma rede (de conexões discadas) chamada FIDONET, diversos BBS de vários países passaram a trocar arquivos de mensagens de seus usuários,

Em meio a essa proliferação das redes, duas organizações internacionais vinham trabalhando em paralelo, desde meados dos anos setenta, para tentar buscar uma padronização no cenário das telecomunicações e das redes de computadores: o CCITT (*Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique*)[2], que representava os interesses dos provedores de serviços públicos de correio, telegrafia e telefonia (principalmente empresas estatais), e a ISO (*International Organization for Standardization*), organização internacional formada por órgãos nacionais de padronização. Em 1983, essas duas organizações, combinaram seus esforços e, através da ISO, publicaram um modelo de referência padronizado em camadas, denominado OSI (*Open Systems Interconnection*). Entre os padrões e recomendações baseados no modelo OSI que ganharam força, podemos destacar o X.25 (camada transporte de pacotes) e o X.400 (correio eletrônico).

Enquanto a ISO e o CCITT especificavam e refinavam seus padrões, um novo protocolo de comunicações, que vinha sendo desenvolvido desde 1973 com patrocínio da ARPA, mais adiante chamado de TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*), foi sendo testado e amadurecido ao longo dos anos setenta, distinguindo-se pelas facilidades de interconexão entre redes heterogêneas. Sua adoção cresceu bastante quando passou, no início dos anos oitenta, a ser o protocolo de comunicação oficial da ARPANET que, com essa

[2] O CCITT era um comitê pertencente à ITU *(International Telecommunications Union*) que, após a II Guerra Mundial, passou a ser uma agência da ONU. Após 1993 o CCITT passou a se chamar ITU-T.

decisão, passou a poder se interligar às outras redes que já usavam ou que migraram para esse protocolo. Também nessa época, o TCP/IP passou a fazer parte do sistema operacional UNIX, aumentando ainda mais sua disseminação e, conseqüentemente, o número de computadores conectados sob um mesmo protocolo. Foi quando surgiu popularmente o termo Internet[3], definido como um conjunto das redes interconectadas entre si através de um protocolo único, o TCP/IP.

Em 1986, a NSF (*National Science Foundation*), fundação governamental de apoio à pesquisa nos EUA, criou a NSFNET, uma rede TCP/IP mantida pelo governo, inicialmente como uma estrutura de rede que interligava diversas universidades e centros de pesquisa a alguns centros de supercomputação, para que esses caros recursos computacionais fossem compartilhados. Em 1988, quando a ARPANET encerrou suas operações e as instituições militares se reorganizaram na rede MILNET, a NSFNET passou a ser o *backbone* da já então chamada Internet, abrindo possibilidades de conexão dessa rede com as instituições acadêmicas de diversos países no mundo, inclusive para o Brasil, fazendo crescer exponencialmente o número de máquinas e usuários conectados. Vale lembrar que outras redes, como a USENET, também passaram a utilizar o protocolo TCP/IP e outras, como a BITNET, passaram a ter *gateways* de interconexão com a Internet.

## As redes no Brasil e o controle estatal

A transmissão de dados, também chamada de «Teleinformática», «Telemática» ou «Teleprocessamento», começou no Brasil como um assunto de Estado, especificamente do interesse do Ministério das Comunicações (Minicom) que, através de portarias[4], reservou à estatal Embratel (Empresa Brasileira de Telecomunicações) o monopólio da instalação e exploração dos serviços de comunicação de dados no País, cabendo às empresas (também estatais) operadoras do sistema Telebrás alguns poucos serviços de valor agregado (ainda que, a partir do final de 1988[5], essas também passaram a poder competir com a Embratel na oferta dos serviços de comunicação de dados, a nível estadual [STANTON, 1998].

Os principais discursos governamentais de suporte à implantação das redes no país relacionavam-se à competitividade da indústria nacional e às finalidades de ordem estratégico-militar. A indústria nacional alcançaria um maior

[3] Na verdade, o termo Internet surgiu na especificação do protocolo TCP/IP em 1974 (RFC 675), mas somente disseminou-se em meados dos anos oitenta.

[4] Portarias nº 1.149, de 06 de outubro de 1974, e nº 301, de 03 de abril de 1975.

[5] Portaria n° 525, de 08 de novembro de 1988.

desenvolvimento tecnológico se estivesse em sintonia com o que estava acontecendo nos demais países do mundo e, uma vez que o país era governado por militares, as questões geopolíticas decorrentes das telecomunicações eram estratégicas para a autonomia e a segurança nacionais [BENAKOUCHE, 1997].

O controle estatal sobre a comunicação de dados não se restringia ao Minicom pois, no início dos anos oitenta, a então poderosa SEI (Secretaria Especial de Informática) resolveu intervir criando a Comissão Especial nº14 (Teleinformática), cujo objetivo era analisar o panorama da teleinformática nacional e orientar a SEI (e o Minicom) nos direcionamentos de uma política para o desenvolvimento do setor, que deveria, obviamente, estar integrada no quadro mais geral da Política Nacional de Informática [BENAKOUCHE, 1997]. Posteriormente, em seu PLANIN (Plano Nacional de Informática e Automação), a SEI estabeleceu diretrizes relacionadas com o «Fluxo de Dados Transfronteiras», onde lhe cabia exclusivamente a decisão sobre a autorização de comunicações de dados do Brasil com o exterior. Esse tipo de autorização permitiu o acesso, a partir do Brasil, às redes dos sistemas SWIFT (da comunidade financeira internacional) e SITA (das companhias aéreas), sendo os pontos de acesso internacional instalados em prédios da Embratel [STANTON, 1998].

## As primeiras redes nacionais de comunicação de dados

O primeiro serviço de comunicação de dados, oferecido pela Embratel às empresas no Brasil em 1980, foi o TRANSDATA, uma rede de circuitos privados do tipo ponto-a-ponto (não comutados), alugados a preços fixos (calculados com base na distância que separava os correspondentes e na capacidade de transmissão).

Apenas para ilustrar o cenário do início da década de oitenta, algumas empresas do Sistema Telebrás testavam o Videotexto, outras empresas de rádiodifusão estudavam projetos-piloto de Teletexto e a própria Telebrás estava criando um padrão para o fac-símile (telefax) e também estudava o Teletex.[6]

Em 1982, a Embratel criou o Ciranda, um projeto piloto de uma rede de serviços de informações. O projeto era restrito aos funcionários da empresa que, para viabilizá-lo, colocou microcomputadores compartilhados para acesso em seus escritórios e financiou a aquisição de microcomputadores CP-500 (e modems) para os funcionários participantes instalarem-nos em suas casas. O computador central era um COBRA 530 capaz de atender a 300 usuários simultâneos[7]. Nesse projeto, participaram cerca de 2.100 funcionários

[6] III Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, SEPLAN CNPq, 1983.

[7] «A primeira comunidade teleinformatizada do Brasil», Revista Micro Sistemas, Novembro de 1982.

distribuídos por mais de 100 cidades, constituindo assim a primeira comunidade teleinformatizada do país. Essa comunidade, além de correio eletrônico, possuía acesso a alguns bancos de dados de informações corporativas (benefícios fornecidos pela empresa, convênios, etc.), agenda de aniversários, guias de compras e alguns jogos. Essa iniciativa também objetivava a capacitação do corpo técnico de funcionários da Embratel no uso de computadores, já que a introdução das técnicas digitais nas redes de telecomunicações exigia novas competências profissionais [BENAKOUCHE, 1997].

Os usuários de microcomputadores no Brasil, a exemplo do que acontecera nos EUA anteriormente, também começaram a interligar e compartilhar suas máquinas, criando os BBS locais que começaram a surgir em 1983[8]. Essas BBSs disseminaram-se ao longo da década pelas principais cidades, a ponto de, no início dos anos noventa, termos mais de uma centena de BBS ativos no País. A partir de 1989[9], alguns BBS passaram a integrar a rede internacional FIDONET [GALLO, 1992].

Em 1985, a Embratel lançou a RENPAC (Rede Nacional de Pacotes), uma rede pública de transmissão de dados que usava o protocolo X.25 (portanto aderente ao modelo OSI) e que possuía 13 centros de comutação e 13 centros de concentração distribuídos pelo território nacional[10]. No final da década de oitenta, a RENPAC implementou também o acesso internacional, onde se comunicava com as redes de dados de outros países através do nó internacional da rede INTERDATA. O uso dessa rede possuía preços variados conforme o volume de dados trafegados.

A RENPAC, com a qual a Embratel visava atender o grande público que começava a adquirir microcomputadores no Brasil, teve pouca aceitação inicial visto que, nos dois primeiros anos de funcionamento nacional, possuía apenas 110 assinantes [EMBRATEL, 1987]. Para aumentar o seu uso, a Embratel decidiu, paralelamente à sua implantação, criar um serviço de oferta de informações que contribuiria para viabilizar essa rede (e por ela ser viabilizado),

[8] As primeiras BBS no País surgiram no Rio de Janeiro e foram a «BBS do Pinto» e o «Fórum-80» - Revista Micro Sistemas, Abril de 1986.

[9] A FIDONET começou a funcionar no Brasil através da utilização de um software, trazido da Austrália por Henrique Faulhaber (BBS CorreioINFO) e distribuído para algumas BBS no Brasil. O BBS Hot-Line (depois chamado Inside) inaugurou o acesso à FIDONET trafegando os dados pela Argentina, de onde era comandada a rede na América Latina (chamada Zona 4) da FIDONET.

[10] Aqui percebemos a influência do discurso militar nas questões de ordem geopolítica, ao se buscar um equilíbrio regional na implantação dos equipamentos da rede.

criando o Projeto Cirandão[11], uma extensão do projeto Ciranda, agora voltado ao público em geral.

## As dificuldades de interligação das Universidades

Apesar da comunicação de dados ter começado como assunto de Estado, rapidamente despertou o interesse da comunidade acadêmica nacional à medida que a tecnologia de redes de computadores se disseminava no meio das Universidades brasileiras, a exemplo do que acontecia no exterior, ainda que os serviços existentes não tivessem penetração nas Universidades, conforme atesta Alexandre Grojsgold, então, chefe da Divisão de Teleprocessamento do Laboratório Nacional de Computação Científica (em entrevista concedida ao autor, no dia 19-09-2003): *«Esses serviços (Ciranda e Cirandão), eram as versões padronizadas ISO (norma X.400), com toda a cara de serviço prestado por operadora monopolista e regulamentada. Sua interoperação com o nascente mundo das redes acadêmicas sempre foi ruim, e pode-se dizer que não deixou saudades*».

Visando integrar os esforços institucionais na área de redes de computadores, gerar um *know-how* de âmbito nacional nessa área, promover o intercâmbio de software e informação científica através da integração de laboratórios de computação, foi criado, em dezembro de 1979, o LARC (Laboratório Nacional de Redes de Computadores).

Algumas idéias de interligação de universidades do começaram a surgir. Em 1984 surgiu o Projeto da Rede Rio[12], visando interligar os computadores de algumas instituições na cidade, tendo como propostas «o estudo e implementação dos protocolos OSI e a formação de recursos humanos nessa área» e «a disseminação do uso da RENPAC dentro da comunidade acadêmica», sendo considerado o primeiro projeto (uma vez que o CEPINNE não evoluíra) «a viabilizar serviços (correio eletrônico, submissão remota de *Jobs,* acesso remoto e transferência de arquivos) entre instituições de pesquisa nacionais via RENPAC». Finalmente, «sob a forma de produto-projeto, os resultados (...) seriam oferecido às empresas nacionais de informática»[13]. Posteriormente, esse

[11] Os nomes das redes de serviços (Ciranda e Cirandão) carregam em si a metáfora da colaboração e da união, como ocorre em um jogo compartilhado. A Embratel chegou a anunciar que era a «teleinformática como oportunidade para o resgate do ideal democrático» - Revista Microsistemas, Novembro de 1982.

[12] Protocolo de cooperação da Rede-Rio. Faziam parte deste projeto o NCE/UFRJ (DEC VAX 11/780, sistema VMS), o RDC/PUC-RJ (Control Data 170-835, sistema NOS), o IME (Burroughs 6930, sistema MCP) e o LNCC (IBM S/370-15B, sistema MVS) - do arquivo pessoal de Paulo Aguiar.

[13] «Proposta de criação da Rede Rio», Março de 1987 - do arquivo pessoal de Paulo Aguiar

projeto teve o apoio do LARC, sendo submetido, em 1987, à aprovação de financiamentos pela FINEP.

Por volta de 1987, já havia mais de 50 redes acadêmicas em mais de 30 países[14]. No Brasil, apesar do funcionamento da RENPAC, a comunidade científica ainda estava desintegrada[15] pois a Rede Rio ainda estava no papel, assim como algumas outras idéias de redes regionais. Em reunião realizada durante o VII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, em Julho de 1987, o Prof. Michael Stanton (PUC/RJ) convocou uma reunião informal para discutir a importância das redes acadêmicas e trocar informações sobre as experiências que começavam a acontecer pelo País.

Nesse contexto foi realizada uma importante reunião, nos dias 14 e 15 de Outubro de 1987, no prédio da Escola Politécnica da USP. Nessa reunião, chamada de «Preparação da Rede-CC (Rede Nacional de Pesquisa em Ciência da Computação)», e coordenada pelo Prof. Stanton, ocorreu a primeira tentativa de arregimentação de aliados[16], pois foram convidados, e estiveram presentes, além dos membros do LARC, representantes de outras instituições acadêmicas e de pesquisa, CNPq, SEI e Embratel. «O clima franco e aberto das discussões foi importante para ajudar a evitar a adoção de soluções que tornassem mais difícil a futura integração das diferentes iniciativas» [STANTON, 1998]. Essa reunião plantou a semente da grande rede acadêmica brasileira, que naquele momento ainda era chamada de RAN (Rede Acadêmica Nacional). A partir dessas reuniões, o LARC iniciou os trabalhos e elaborou, em agosto de 1988, uma proposta[17] para o MCT[18] da criação da, agora chama-

[14] Entre as principais redes podemos citar: DFN (Alemanha); ARN, ACSNET, CSIRONET, SPEARNET e Pegasus (Austrália); ACONET (Áustria); BRNET (Bélgica); CDNET, NETNORTH, The Web (Canadá); DSN e KR (Coréia do Sul); DUNET (Dinamarca); NORDUNET (Escandinávia); IRIS (Espanha); ARPANET, BITNET, USENET, CSNET, MFNET, ESNET, NSFNET, FIDONET, FREENET (EUA); EARN, EUNET, EAN (Europa); FUNET (Finlândia); Smartix e COSAC (França); HARNET (Hong Kong); JANET e GREENET (Inglaterra); IRL (Irlanda); ISANET (Islândia); IARN (Israel); OSIRede e IRDNET (Itália); JUNET (Japão); UNANNET e ITESMNET (México); NICARAO (Nicarágua); UNINETT (Noruega); DSIRNET (Nova Zelândia); SURFNET, ENRNET, PICA, HEPNET, HBONET (Países Baixos); RIUP (Portugal); NUS (Singapura); SUNET e FREDSNET (Suécia); SWITCH, CERN e CHUNET (Suíça).

[15] Anteprojeto da Rede Nacional de Pesquisa, LARC, Junho de 1988, do arquivo pessoal de Paulo Aguiar.

[16] A formação de uma rede sociotécnica depende da capacidade de alistamento de aliados. O número de aliados, suas qualificações e a forma como interagem na rede é que redundará no sucesso ou fracasso da rede [LATOUR, 2000].

[17] Proposta de Criação da Rede Nacional de Pesquisa, LARC, 26 de Ago 1988, do arquivo pessoal de Paulo Aguiar.

[18] O MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia) fora criado antes, em 1985, pelo Decreto nº 91.146, de 15.03.85.

da, RNP (Rede Nacional de Pesquisa). Essa proposta estava baseada na premissa de que a comunicação de dados com outras redes de pesquisa no exterior deveria ser feita através de linhas dedicadas a um custo fixo, o que necessitava a aprovação do Minicom (e da SEI, por ser tráfego internacional), pois se o tráfego fosse encaminhado através do acesso internacional da Embratel via RENPAC, com tarifação por volume, os custos seriam 10 vezes maiores que os estimados, inviabilizando economicamente o projeto. Ainda segundo o anteprojeto, as conexões nacionais das instituições à RNP se dariam diretamente via RENPAC (baseado em estudos e experiências anteriores[19]), porém as instituições que não possuíssem *mainframes* poderiam conectar seus micros ou minicomputadores a uma instituição-mãe e, através de um convênio de cooperação, teriam acesso aos serviços da RNP.

Aqui surgiram alguns pontos de atrito, pois o monopólio das telecomunicações proibia o transporte de tráfego de terceiros nos circuitos dos clientes da Embratel (locais ou para o exterior), impossibilitando assim a criação de *gateways* e, em última instância, a criação de uma rede de comunicação de dados que pudesse atender a toda comunidade acadêmica. A outra questão polêmica dizia respeito ao modelo de cobrança. Anteriormente, em janeiro de 1988, o LARC enviara à Embratel[20] um pedido para o estabelecimento de uma ligação com o exterior dedicada, a custo fixo, de forma a viabilizar o *gateway* internacional da futura RNP. A Embratel respondera que tal pedido, além de ferir as normas vigentes da Telebrás (contra o compartilhamento de circuitos) em relação aos custos, não poderia ser atendido como queria o LARC. A Embratel acenou somente com a possibilidade de uma solução em termos semelhantes aos casos de outras redes (bancárias e de agências de viagens) que, apesar de possuírem custos variáveis conforme o volume trafegado, os tais custos representavam um percentual do valor a ser cobrado caso utilizassem o acesso internacional via RENPAC que, dessa forma, obtinham uma redução estimada da ordem de 25% a 30%. O LARC publicou uma crítica, ainda no anteprojeto da RNP, afirmando que «fatores de redução da ordem de grandeza mencionada poderiam ser aceitáveis para um serviço comercial, mas comprometiam definitivamente a viabilidade da rede acadêmica». Argumentou

[19] O LARC vinha mantendo contatos com a UBC para licenciar o software fonte do EAN, necessário à operacionalização da RNP a um curto prazo e conforme a um padrão de confiabilidade. Os testes estavam adiantados e já se efetivavam trocas de mensagens (com o EAN) entre os sistemas DEC VAX da UFRJ e UNICAMP, via RENPAC. Pensava-se também em instalá-lo na Argentina, integrando as universidades de ambos países via RENPAC em ligação com a rede de pacotes da Argentina (ARPAC). -Anteprojeto da RNP, LARC, Junho de 1988, do arquivo pessoal de Paulo Aguiar.

[20] Carta encaminhada a Embratel, Janeiro de 1988 e sua resposta, do arquivo pessoal de Paulo Aguiar.

ainda que «a tarifação por volume trafegado de linhas dedicadas ao exterior era o modelo das empresas públicas de telecomunicações (principalmente européias), que visava a inviabilização do surgimento ou evolução de redes não-OSI», as quais, todavia, proliferavam no mundo como solução de integração nacional e internacional. O fato é que os discursos da Embratel (principalmente em sua área comercial) e da comunidade acadêmica sempre foram divergentes. Para termos mais um exemplo, conforme relatou Paulo Aguiar (em entrevista concedida ao autor no dia 24-09-2003): «foi oferecida à Embratel uma tecnologia previamente testada, que permitiria a implantação de um *gateway* de mensagens entre o padrão X.400 e a popular BITNET que, apesar do grande potencial de aumento na utilização da RENPAC, foi recusada devido às dificuldades de criar um modelo de cobrança pelo serviço».

Por fim, em seu discurso de argumentação em prol da RNP, o LARC enfatizou, em seu anteprojeto, que se tratava de um projeto nacional em que todos se beneficiariam: «O MEC alcançaria a almejada integração entre instituições de ensino superior, o MCT viabilizaria os programas integrados de P&D nacionais e internacionais e o Minicom recolheria as tarifas e veria a RENPAC com plena utilização por toda comunidade acadêmica. A RNP motivaria programas internacionais de cooperação com outras entidades para o desenvolvimento de protocolos OSI, concretizando os esforços nacionais nessa área», aqui implicitamente atendendo às recomendações da SEI em relação à adoção do modelo OSI.

## As primeiras conexões internacionais

Se, por um lado, os esforços para a criação da RNP estivessem em marcha tendo de enfrentar problemas de ordem política e econômica, por outro lado a necessidade de comunicação das Universidades e centros de pesquisas no Brasil com as redes internacionais era urgente[21]. Assim, em junho de 1988 o NCE enviou uma Proposta à Reitoria da UFRJ[22] para uma ligação ponto-a-ponto, através de um *link* de 4800 bps, entre a Universidade e a UCLA (*University of California at Los Angeles*), instituição com a qual pesquisadores do NCE

[21] O Prof. Paulo Aguiar (NCE/UFRJ e Diretor do LARC) conduzira uma pesquisa com o corpo docente da UFRJ no final do ano de 1987 e cerca de 15% (dos cerca de 3500 pesquisadores e professores questionados) responderam que ansiavam por um acesso que viabilizasse o contato e a cooperação como exterior. Proposta à Reitoria da UFRJ, Junho de 1988, do arquivo pessoal de Paulo Aguiar.

[22] Proposta do NCE à Reitoria da UFRJ, Junho de 1988, do arquivo pessoal de Paulo Aguiar.

mantinham contato e junto a qual haviam conseguido autorização[23] de acesso à BITNET. O discurso a amparar essa iniciativa era, além de atender aos anseios do corpo docente, *«daria a UFRJ uma posição de liderança na tecnologia das redes de computadores que, com a experiência ganha, ajudaria na implementação de uma solução em longo prazo para todas as Universidades de excelência do País»*[24] – em referência à proposta do LARC para criação de um *gateway* internacional da futura RNP. Paulo Aguiar (em entrevista concedida ao autor no dia 24-09-2003) revelou inclusive que logo em seguida o NCE recebera *«uma carta assinada pela NSF*[25] *que dava autorização de acesso à Internet, porém além do link que não existia, não havia equipamento capaz de rotear tráfego IP na instituição naquele momento, e sua importação era cara e complicada devido à reserva de mercado»*.

Enquanto o NCE ainda aguardava as aprovações para o estabelecimento de sua conexão com a UCLA, o LNCC solicitou, no início de 1988, uma linha dedicada internacional (9600 bps) para conectar-se à Universidade de Maryland e obter acesso à BITNET. A Embratel inicialmente relutou em atender ao pedido, por temer o problema do compartilhamento e esse episódio somente foi resolvido positivamente para o LNCC após uma reunião[26] em Brasília, em abril de 1988, entre a SEI, a Embratel, o LARC e o LNCC. Nela, ficou decidido que o pedido *«estava autorizado pela SEI e que deveria ser atendido o mais rápido possível»* e que *«qualquer solicitação feita por uma Universidade para uma ligação individual às redes acadêmicas no exterior estaria automaticamente aprovada e deveria ser prontamente atendida»*. O acesso à BITNET em setembro de 1988 foi uma vitória para o LNCC e para a comunidade acadêmica como um todo, ainda que não fosse possível a implementação do tão esperado *gateway* internacional no Brasil. Aliás, em relação a essa questão, naquela mesma

---

[23] O início destes contatos havia acontecido através de um professor de literatura brasileira do *Latin American Cente*r da UCLA, que estivera na reunião do Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras (Brasília, Agosto de 1987), e apresentara que sua instituição disponibilizaria um *gateway* BITNET para intercâmbio de informações científicas com países latino-americanos -Posteriormente, através de carta (14 Out 1987) da *UCLA LAC* para a reitoria da UFRJ esta intenção foi reforçada,- do arquivo pessoal de Paulo Aguiar.

[24] Proposta do NCE à Reitoria da UFRJ, Junho de 1988, do arquivo pessoal de Paulo Aguiar.

[25] Os contatos com a NSF foram facilitados por Lawrence Landweber, da Universidade de Wisconsin, onde haviam sido desenvolvidos os projetos das redes THEORYNET e CSNET.

[26] Ata de reunião SEI/Embratel/LARC/LNCC em 22 de abril de 1988, do arquivo pessoal de Paulo Aguiar.

reunião concluiu-se que *«a Embratel e o LARC envidariam esforços no sentido de uma solução que atendesse a necessidade de comunicação da comunidade acadêmica com as redes no exterior de forma otimizada»*. O fato é que essa decisão acabou reforçando os interesses de outras instituições que buscavam suas próprias conexões internacionais. Em São Paulo, a FAPESP iniciou os contatos com o Fermilab (*Fermi National Laboratory*) de Chicago (EUA) e conseguiu, a partir de novembro de 1988, sua conexão internacional (4800 bps) às redes BITNET e HEPNET[27] e em seguida foi criada a rede ANSP ANSP (*Academic Network at São Paulo)* com cinco nos da BITNET: USP (BRUSP), Unicamp (BRUC), Unesp (BRUESP), IPT (BRIPT) e FAPESP (BRFAPESP). E, finalmente, o tão esperado acesso do NCE à BITNET, via UCLA, aconteceu em maio de 1989.

O LNCC terminou por conseguir, no final do ano de 1988, a autorização para atuar como *gateway* da BITNET[28] no Brasil, mas as negociações de acesso internacional das outras duas instituições já estavam muito adiantadas e, além do mais, todas buscavam seu lugar ao Sol, ou melhor, na rede, pois segundo Alexandre Grojsgold (em entrevista concedida ao autor, no dia 19-09-2003) *«ainda que não brigassem por recursos, rivalizavam (saudavelmente) por resultados e marcos inovadores»*. Desta forma o Brasil terminou a década de oitenta com três ilhas distintas de acesso à BITNET, cuja comunicação entre si acontecia somente através da rede internacional. O fim da restrição sobre tráfego de terceiros, porém, abriu as portas para uma racionalização dessta situação, bem como para a criação de uma rede nacional que permitisse o compartilhamento do acesso às redes internacionais.

## A guerra «protocológica»

Desde o início da utilização da BITNET, ficara claro que apenas os serviços de correio eletrônico seriam insuficientes para a maioria dos pesquisadores, cujas necessidades passavam pelo acesso remoto interativo e transferência mais abrangente de arquivos, funcionalidades que já estavam disponíveis na Internet. A criação de uma infra-estrutura de acesso para a Internet esbarrava na polêmica questão da escolha dos protocolos de comunicação das redes nacionais. A SEI era uma forte defensora das soluções baseadas no modelo OSI e, apesar de haver tolerado inicialmente a BITNET como uma solução pragmática e imediata para um serviço restrito, não considerava a tecnologia

[27] A HEPNET (*High-Energy Energy Physics Network).* era uma rede internacional baseada no protocolo de comunicação DECNET que interligava instituições de estudo e pesquisa de física de altas energias.

[28] «Conexão com o exterior», Revista INFO, Julho de 1989.

da Internet (TCP/IP) como uma alternativa adequada, pois não era governada por padrões internacionais formais. Vale ressaltar que, em 1988 no Brasil, o modelo OSI fora registrado como norma ABNT NBR 10574 e havia sido criada a BRISA (Sociedade Brasileira para Interconexão de Sistemas Abertos), entidade formada por fabricantes e usuários do mercado de informática (privados e governamentais) cujo objetivo principal era disseminar o OSI no País.

Apesar da pressão do governo (e do mercado de informática), para o pessoal das Universidades, no final da década de 1980, já era aparente que o TCP/IP suplantaria o OSI, em nível internacional, pelo menos nas redes acadêmicas e de pesquisa.[29]

Com o início do governo Collor em 1990, começou o desmonte da Política Nacional de Informática, que passou pela diminuição dos poderes da SEI, transformada então em um departamento -DEPIN (Departamento de Política de Informática)- da SCT (Secretaria de Ciência e Tecnologia). Uma conseqüência imediata foi o fim da oposição frontal, por parte do governo, ao uso acadêmico da tecnologia Internet, embora tenha sido mantida (e até reforçada[30]) a preferência governamental por essa tecnologia.

As dificuldades não se restringiam apenas à autorização de uso do protocolo TCP/IP e a disponibilização de uma conexão internacional dedicada, uma vez que ainda havia barreiras políticas e econômicas na importação dos equipamentos roteadores de tráfego IP.

## O acesso à Internet e a retomada da rede nacional

Os primeiros acessos à Internet no Brasil tornam-se possíveis a partir de fevereiro de 1991, quando a FAPESP, após aumentar a capacidade de sua conexão com o Fermilab para 9600 bps, começou a transportar tráfego TCP/IP[31] (além do tráfego HEPNET e BITNET), e ter acesso à rede ESNET (*Energy Sciences Network*) que fazia parte da NSFNET que, por sua vez, estava ligada na Internet.

---

[29] Paradoxalmente, a posição da SEI neste momento já vinha sendo subvertida nos diversos laboratórios de pesquisa, financiados pelo CNPq, onde se instalavam estações de trabalho em redes locais Ethernet com protocolos de comunicação TCP/IP, [STANTON, 1998].

[30] Decreto Presidencial nº 518, publicado no Diário Oficial da União em 8 de maio de 1992, que dispôs sobre a adoção do modelo OSI pela administração pública federal e publicação do POSIG (Perfil OSI do Governo).

[31] Para fazer acesso via TCP/IP, a FAPESP instalou o software Multinet da TGV no sistema operacional VMS de sua máquina DEC VAX. A TGV foi comprada pela Cisco Systems em 1996.

Essa conectividade TCP/IP foi logo estendida para um número (pequeno) de instituições nos estados de SP, RJ, RS e MG, usando linhas privadas de baixa velocidade (entre 2400 e 9600 bps) ou através da RENPAC. Essa perspectiva de acesso à Internet deu um grande incentivo à criação de redes internas nas instituições, através da integração das redes locais antes isoladas.

A organização do acesso à Internet no Brasil, até o final de 1991, era eminentemente cooperativa, onde cada instituição participante custeava sua ligação para São Paulo (e posteriormente para o Rio). A solução definitiva remetia novamente à criação da RNP, agora definitivamente transformada em ponto de passagem obrigatório[32], ainda que o Projeto precisasse ser totalmente remodelado, em função da Internet, do TCP/IP, do acesso compartilhado, da adoção de uma topologia de rede em forma de malha distribuída, etc.

O projeto de uma RNP, como já se sabia, necessitava de uma infra-estrutura pesada e cara, que dependia fortemente do governo e este, quando a anunciou oficialmente em setembro de 1989[33], finalmente reconheceu a necessidade de aprimorar a infra-estrutura nacional de comunicações de modo a envolver (e comprometer) os vários atores de P&D em atividades cooperativas que, assim, viessem a contribuir de forma mais efetiva para o desenvolvimento nacional. A partir daí foi montado um grupo de trabalho, sob coordenação de Tadao Takahashi (CNPq), que montou e executou uma estratégia para a RNP baseada em uma arquitetura semelhante à adotada pela rede da NSF (EUA) e que possuía três níveis: o *backbone* nacional, as redes regionais e as redes institucionais. No Brasil, o *backbone* nacional seria um projeto do governo federal, enquanto as redes regionais seriam de responsabilidade dos governos dos estados (individual ou coletivamente). Em termos funcionais, a rede regional interligaria as redes institucionais numa determinada região, e o *backbone nacional* proveria serviços de interconexão entre as redes regionais, assim como as conexões internacionais.

O protocolo da nova rede era inevitavelmente o TCP/IP, mas para poder acomodar alguns interesses e (improváveis, mas possíveis) futuros requisitos de OSI, o *backbone* nacional e as redes regionais deveriam utilizar roteadores multiprotocolares, deu-se início aos trabalhos de implantação da RNP começando pelos *backbones* estaduais.

---

[32] Toda a atividade tecno-científica consiste, em última análise, na estabilização de determinadas proposições que passam a se tornar, com isso, pontos de passagem obrigatórios para as futuras pesquisas (até que contra-exemplos, desenvolvidos em «contra-laboratórios», desestabilizem aquela afirmação) [LATOUR, 2000].

[33] O lançamento da RNP foi feito pelo Secretário de C&T durante sessão especial na SUCESU de 1989.

Em São Paulo, em 1992, a rede estadual ANSP, cuja conexão internacional continuava através da FAPESP serviu, durante vários anos, como saída do tráfego internacional dos demais estados do Brasil. A FAPESP, que administrava o centro operações da ANSP e que posteriormente assumiu também as operações da RNP, passou a administrar os domínios .BR do serviço de nomes DNS (*Domain Name System*). A partir deste ano, alguns outros estados montaram suas redes regionais (RJ, RS, PE, MG, etc.).

## O empurrão do terceiro setor

O acesso eletrônico às informações não era privilégio das instituições acadêmicas, pois como já anteriormente mencionado, no Brasil já existiam muitas BBS, onde seus usuários trocavam mensagens entre si e até internacionalmente através da FIDONET. Entre os usuários de BBS estava o IBASE (Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas), organização não-governamental fundada em 1981 por dois companheiros de exílio, o sociólogo Herbert de Souza (Betinho) e o economista Carlos Afonso. O IBASE desde sua fundação acreditava na importância da disseminação das informações para o desenvolvimento da sociedade, constituindo assim um discurso que pugnava pela democratização do acesso às redes de computadores no País. Assim, em 1988, criou o Alternex, uma BBS que servia às entidades da sociedade civil (de pesquisa, direitos humanos, meio-ambiente, capacitação profissional, etc.). Em meados de 1989, o Alternex interligou-se, via UUCP, ao IGC (*Institute for Global Communication*) na Califórnia (EUA), que posteriormente passou a ser o ponto de acesso à Internet da APC (*Association for Progressive Communications*), organização internacional, da qual o IBASE fazia parte. Para viabilizar o projeto internacional do Alternex, o IBASE contou com o apoio do PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) no sentido de viabilizar o recebimento de computadores importados, o que era proibido pela reserva de mercado [AFONSO, 1996].

O trabalho que vinha sendo desenvolvido pela comunidade acadêmica do Rio de Janeiro para o estabelecimento do acesso à Internet despertou o interesse do IBASE, que procurou o NCE[34], em meados de 1990, no sentido de estudar formas de conectar o sistema Alternex à Internet no Rio de Janeiro. Essa idéia teve receptividade no NCE, pois um dos objetivos da implantação da Internet era a democratização do uso desse recurso no Brasil, além de que o IBASE sinalizara com a possibilidade de obtenção de recursos externos para ajudar a viabilizar tal conexão. O convênio (Cooperativo, Cultural e Científico) foi assinado, entre as

[34] Carta do IBASE endereçada à Reitoria da UFRJ em 07/08/1990, do arquivo pessoal de Paulo Aguiar.

partes, reforçando[35] ainda mais relação entre as duas entidades.

Na conferência PREPCON da ONU na Nigéria em 1990 (essa foi uma das conferências preparatórias para a série de conferências internacionais da Agenda para o século 21), a ONU delegou à APC a coordenação e implantação da infra-estrutura de comunicações de suas futuras conferências (meio-ambiente, direitos humanos, habitat, etc.). Essa delegação fez com que o projeto do acesso à Internet no Rio de Janeiro desse um grande passo, pois coube ao IBASE, representante da APC no Brasil, a coordenação, planejamento, implantação e operação da rede de disseminação de informações da conferência sobre meio-ambiente e desenvolvimento[36] que aconteceria em Junho de 1992 no Rio de Janeiro e seria chamada de UNCED (*United Nations Conference for Environment and Development*) ou Rio'92. Para que o evento atingisse seus objetivos científicos e políticos, era necessária a troca de informações com o exterior e a Internet era claramente o melhor meio de realizá-lo.

A importância internacional dessa conferência facilitou a arregimentação de aliados, resultando em um amplo apoio governamental em todos os níveis, somado ao suporte do NCE/UFRJ e do Projeto Rede Rio[37], forças que viabilizaram a rápida instalação das conexões (internacionais e locais) com altíssima capacidade para a época (64 kbps). O canal internacional da Embratel saía pela UFRJ com destino à rede CERFNET (*California Education & Research Federation Network*) em seu nó no Centro de Supercomputadores em San Diego, Califórnia (EUA), onde era feito acesso à NSFNET, sendo esta última integrante da Internet. Essa infra-estrutura montada para o evento da ONU agilizou a implantação do projeto da Rede Rio, que passou a contar, além da saída internacional, com um centro de operações (inicialmente instalado no NCE) e teve repercussões nacionais, impulsionando a ANSP a ampliar seu acesso para 64 kbps e fazendo decolar a instalação do primeiro *backbone* nacional da RNP, oferecendo acesso à Internet aos demais estados do País através do compartilhamento das redes ANSP e Rede Rio.

---

[35] O IBASE já possuía um convênio com a COPPE/UFRJ para estudar formas conjuntas de cooperação no desenvolvimento de redes de entidade de sociedade civil e de pesquisa no Brasil e na América Latina, Carta do IBASE endereçada à Reitoria da UFRJ em 07/08/1990, do arquivo pessoal de Paulo Aguiar.

[36] O IBASE ficou responsável pelo acesso a Internet na conferência oficial (no centro de convenções do Riocentro), sala de imprensa (no Museu do Telefone) e no Fórum Global (evento paralelo das ONGs que aconteceu no Aterro do Flamengo).

[37] Apesar do mesmo nome do projeto do LARC, a Rede Rio era agora um novo projeto, de backbone regional integrante da RNP, totalmente baseado em protocolo TCP/IP, que englobava diversas instituições no Estado e possuía o financiamento da FAPERJ.

## A Internetbrás e o acesso comercial

Em alguns países, especialmente nos EUA, surgiam indicadores da extensão do uso da Internet pela comunidade não-acadêmica, assim como as primeiras ofertas comerciais dos serviços de provimento de acesso. Era apenas uma questão de tempo (e oportunidade) para que acontecesse a abertura comercial da Internet no Brasil.

Após o evento da ONU no Rio, o IBASE continuou integrando a Rede-Rio e tratou de ampliar os serviços do Alternex, passando a atuar como (o primeiro) provedor de acesso à Internet no Brasil, fornecendo, também, o acesso à rede de mensagens USENET para milhares de usuários de cerca de 45 BBS no País. A Internet começou a ser assunto de jornais e revistas, e o serviço de provimento de acesso despertou interesses (e intrigas) na disputa do recém criado mercado de acesso à Internet no Brasil. Surgiram questões polêmicas[38] acerca do tráfego «comercial» do Alternex na rede acadêmica que provia o acesso à Internet e fora sua aliada no passado.

No final de 1994 o governo federal anunciou, através dos ministérios de C&T e Comunicações, a intenção de promover o desenvolvimento na Internet no País, sendo que a criação da estrutura necessária para a exploração comercial ficaria a cargo da Embratel, que, por não possuir experiência com TCP/IP, contaria com a ajuda da RNP na montagem da infra-estrutura de uma rede de alta capacidade para a instalação da Internet Comercial, baseada na experiência adquirida com a Internet acadêmica [GUIZZO, 2002].

Em seguida a Embratel[39] iniciou seu serviço de acesso à Internet via linha discada (14400 bps) em caráter experimental, através de um teste com cinco mil usuários. Em maio de 1995 começou a oferecer o serviço em modo definitivo através do acesso ao GIX (*Global Internet Exchange*)[40], que dava acesso ao *backbone* comercial da Internet. A Embratel anunciou também que os usuários do STM-400 poderiam enviar e receber mensagens de correio eletrônico da Internet e fazer FTP-Mail[41], bem como poderiam ter acesso, via RENPAC, as

[38] Segundo a coordenação da Rede Rio, a presença das BBS de cunho comercial feria o acordo de tráfego puramente acadêmico feito com a Embratel, além de poder estar causando congestionamento no tráfego da rede estadual devido à explosão do número de usuários. Para o IBASE, as BBS estavam ligadas em caráter experimental e, conforme estabelecido em contrato, com prazo limitado à abertura do uso comercial da Internet no Brasil.

[39] «A Embratel tenta pegar o bonde», Jornal O GLOBO 10/10/1994.

[40] O GIX dava acesso ao CIX (*Commercial Internet Exchange*), uma associação de redes norte-americanas, formada em 1991, com o intuito de usar a Internet comercialmente, passando pacotes entre si sem a necessidade de entrar no *backbone* da NSF, o que era proibido pela AUP *(Acceptable Use Policy*), uma série de regras instituídas quando da criação da NSFNET.

[41] Técnica de transferência de arquivos através de correio eletrônico.

aplicações de FTP, Telnet e Gopher.

A exclusividade da Embratel desagradou a iniciativa privada e a sociedade. Muito se escreveu na imprensa e temia-se pelo surgimento de uma «Internetbrás» que mergulharia o país em uma nova reserva de mercado[42], conforme cita Alexandre Grojsgold (em entrevista concedida ao autor, no dia 19-09-2003): *«A Embratel, por seu histórico e hábitos, muito naturalmente partiu para tomar conta, monopolisticamente, de um serviço nacional de transporte de pacotes IP, nos moldes em que tomava conta da rede de pacotes X.25»* e acrescenta: *«Felizmente a visão de algumas pessoas colocou barreiras nisso, o que sem a menor dúvida ajudou muito a acelerar o processo de disseminação da Internet no Brasil. Sem isso não existiriam os muitos provedores de hoje (e outros tantos que acabaram sendo absorvidos), e seria muito mais demorada a escalada da multiplicação dos sites e dos serviços»*.

Desta forma, o Governo, na pessoa do Ministro Sérgio Motta, anunciou a posição de que não haveria monopólio e que as empresas de telecomunicações (ainda estatais) não poderiam prover acesso aos usuários finais. Posteriormente, em 1995, foi criado o CGI - Comitê Gestor da Internet no Brasil, formado por representantes do Governo Federal (Minicom e MCT), operadoras de *backbones*, provedores de acesso, comunidade acadêmica e representante dos usuários. Segundo Alexandre Grojsgold (em entrevista concedida ao autor, no dia 19-09-2003) o CGI representou *«uma resposta para os que viam na não monopolização o perigo de um grande descontrole. E também como uma forma de evitar-se que no vácuo de ausência de um órgão regulador, o poder da lei fosse tomado pelo Minicom»*.

A Embratel chegou a anunciar que estudava a possibilidade de criação de uma tarifa especial de comunicações para os usuários da Internet, o que gerou uma resposta imediata do Ministro: «*Não será criada tarifa especial alguma...O que o governo tem que fazer com os usuários da Internet é deixá-los em paz. Tem que oferecer serviços melhores e sair do campo, deixando o negócio para a iniciativa privada. É isso que será feito. Não vai subir tarifa nenhuma e a partir do ano que vem o serviço que a Embratel está prestando será assumido por outras empresas, em regime de concorrência»* [MOTTA, 1996].

A partir daí, junto com a explosão da WWW (*World Wide Web*), surgiram (e desapareceram) diversos provedores de acesso à Internet no Brasil, assim

[42] Foi observado, ao longo dos depoimentos, alguns traços acusatórios em relação à política da reserva de mercado de informática, potencialmente alinháveis a um certo «consenso» condenatório, especialmente enfatizado através da imprensa desde o surgimento dos PCs. Para uma versão «não condenatória» sobre a reserva de mercado de informática no Brasil, ver MARQUES (2003).

como grandes portais de conteúdo e comércio eletrônico. A Internet começou a aparecer em programas de TV, surgiram novas profissões (*webdesigner, webmaster*, etc.) e novas preocupações (privacidade, segurança, etc.), e franqueou-se o ciberespaço para alguns milhões de brasileiros, hoje classificados como «incluídos digitalmente».

## Conclusão

A análise dos primórdios da Internet no Brasil procurou mostrar que, se as mudanças tecnológicas correspondem a escolhas ditas técnicas, estas, por sua vez, estão inelutavelmente vinculadas às opções políticas e aos valores socialmente constituídos, em que a tecnologia suporta e é suportada por discursos construídos em meio a interações complexas entre cientistas e engenheiros, agências de financiamento, políticas de governo, leis de mercado, instituições da sociedade civil, ideologias e enquadramentos culturais.

A Internet não é, então, uma rede pura e simplesmente técnica, feita de hardware e software, mas sim uma rede sociotécnica, ou, dito de outra forma, um enredamento indissociável de ciência, tecnologia e sociedade. Para entender com clareza sua natureza híbrida, indo além de uma compreensão meramente tecnicista, faz-se necessário entender o processo de sua construção, isto é, o recrutamento dos inúmeros aliados humanos e não-humanos e seus envolvimentos em diferentes cenários que terminaram por lhes dar, ao mesmo tempo, forma e robustez. Por sua vez, em meio ao cruzamento de diversas redes heterogêneas, a Internet teve, por função, enlaçá-las umas às outras, conformando um resultado materializado na forma como a vemos hoje, mas, que, ainda assim, é parcial, inacabado e em constante mutação.

## Referências bibliográficas

AFONSO, Carlos Alberto, 1996, «The Internet and the community in Brazil: background, issues and options», IEEE Communications Magazine, v. 34, n. 7 (jul), pp. 62-68.

BAUDRILLARD, Jean, 1997, *Tela Total – Mito-Ironias da Era do Virtual e da Imagem*. Porto Alegre, Globo.

BENAKOUCHE, Tâmara, 1997, «Redes técnicas - redes sociais: a pré-história da Internet no Brasil», **Revista USP**, n. 35, pp. 125-133. Dossiê Informática/Internet.

CALLON, Michel, 1986, «Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of St. Brieuc Bay». In: Law, John (Ed.). **Power, action and belief**: a new sociology of knowledge? Londres, Routledge, Kegan Paul.

EMBRATEL, Relatório 1987. Rio de Janeiro.

GALLO, Sérgio, 1992, Guia do CBBS, Editora Campus, Rio de Janeiro

GUIZZO, Eric, 2002, Internet, Ed. Ática, São Paulo.

LATOUR, Bruno, 2000, **Ciência em ação:** como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo, UNESP.

LAW, John, 1992, «Notes on the theory of the actor-network: ordering, strategy and heterogeneity», **Systems Practice**, v. 5, n. 4, pp. 379-393.

MARQUES, Ivan da Costa, 2003, «Minicomputadores brasileiros nos anos 1970: uma reserva de mercado democrática em meio ao autoritarismo», **História, Ciências, Saúde**, Manguinhos, v. 10, n. 2 (maio/ago.), pp. 657-681. Disponível em: <*http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v10n2/17754.pdf*>. Acesso em: 10 set. 2008.

MOTTA, Sérgio, 1996, «Comitê gestor». **Folha de São Paulo**, São Paulo, 16 jun. 1996. Disponível em: <http://www.cg.org.br/infoteca/artigos/artigo8.htm>. Acesso em: 10 set. 2008. Entrevista.

STANTON, Michael, 1998, **A evolução das redes acadêmicas no Brasil**. RNP News Generation. Disponível em: <http://www.rnp.br/newsgen/9806/inter-br.shtml>. Acesso em: 10 set. 2008.

## Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer o tempo e atenção do Prof. Paulo Aguiar, que além das entrevistas, deu-nos acesso ao seu arquivo pessoal, de onde tiramos muitas das informações aqui escritas. Agradecemos também as diversas contribuições, por email, de Alexandre Grojsgold, Alex Soares, Carlos Afonso, Carlos Lucena, Charles Miranda, Demi Getschko, Ivan Moura Campos, Michael Stanton, Nelson Ribeiro e Saliel Figueira.

# CAPÍTULO 14

# El impacto de las políticas de desregulación en las TICs durante la década de los 90 en la Argentina

Antonio Roberto Foti
Universidad Argentina J. F. Kennedy; afoti@kennedy.edu.ar

## Resumen

El impacto de la carencia de políticas de estado (o desregulación sin control) con respecto al sector de las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (NTICs) en un país emergente y con una importante tradición en la sustitución de importaciones, resulta de interés a la hora de sacar conclusiones respecto a un tópico que no debería faltar cuando se confeccione una agenda oficial.

En el presente trabajo se evalúa el desempeño de Argentina como exportador -fundamentalmente de materia prima y subsidiariamente de valor agregado- en el periodo bajo análisis, dado que es un sesgo que nos permitirá caracterizarlo dentro del contexto internacional.

Luego de esta necesaria introducción, se pasa revista a los principales indicadores del «desarrollo de la Industria y Servicios de las TICs» de las ultimas décadas. Para ello, se subdivide el Sector en las actividades mas representativas, como: comunicación de datos, industria electrónica, producción de software y servicios informáticos, servicios de comunicaciones.

A partir de todo lo relevado, con abundantes cifras del mercado argentino, se estima contar con un panorama lo suficientemente riguroso de nuestra historia reciente, de manera de sacar conclusiones desapasionadas (si cabe el término) respecto de que pasó, como superarlo y que no debería volver a suceder, particularmente en un país emblemático en sus intentos de independencia tecnológica.

## Desarrollo de los Servicios y la Industria de las TICs en Argentina

Para referirnos al desarrollo de los servicios y de la industria de las TICs en la década de los noventa, es inevitable realizar un abordaje del «complejo tec-

nológico», revisando el desarrollo particular de sus componentes básicos: las telecomunicaciones, la informática y su sustrato natural, la electrónica.

### 1.1. Sector de Comunicación de Datos

El desarrollo del sector que soporta la transferencia de la información en la Argentina podemos ubicarlo en la década de 1960. Resulta insoslayable la mención de la empresa IBM, con su *mainframe*[1] de la línea /360 y posteriormente el /370, donde el procesamiento de la información se realizaba centralizadamente en estas máquinas con gran potencia de cálculo y enorme capacidad de almacenamiento para la época.

Ante el requerimiento de los usuarios de acceder remotamente a las prestaciones del sistema, así como también, para permitirles el ingreso remoto de datos (*data entry*), alumbra el «teleproceso» (termino acuñado por dicha empresa) que permitía ambas acciones. De esta manera, la computadora se comienza a relacionar con las facilidades de telecomunicaciones.

A partir de allí, pueden distinguirse tres etapas importantes:

- Desde el año 1960 a 1975, donde la telemática es impulsada como respuesta embrionaria a las necesidades que estaba planteando el sistema corporativo-económico.
- Desde el año 1975 hasta 1985, donde en la medida que los operadores de telecomunicaciones no podían dar respuesta con respecto a la transferencia de información que esencialmente comenzaba a ser procesada dentro de la empresa, estas tuvieron que desarrollar sus propias «Redes Privadas», sobre la base del arrendamiento de líneas; correspondiéndole así a dichas empresas arrendatarias el desarrollo de la infraestructura, la administración y el mantenimiento de la misma.
- Desde 1985 hasta 1995, donde, si bien en 1982 aparece la Red Publica para Transmisión de Datos por Conmutación de Paquetes de la Argentina «ARPAC» (a cargo de la ENTel) y desarrollada por una subsidiaria de Telefónica de España, le llevo un par de años consolidarse en el mercado. De esta manera, este es el período de respuesta de los operadores de redes, reaccionando para no perder una porción de valor importante que esta siendo generada dentro de la industria de telecomunicaciones.
- A partir de 1995, y habiéndose privatizado la ENTel en 1991, ARPAC se

[1] Procesador Principal

> transforma en STARTEL, propiedad de Telefónica y Telecom por partes iguales, como lo permitía el Marco Regulatorio para «servicios en competencia», se produce un punto de discontinuidad determinado por lo que podríamos denominar la redefinición de la Red Publica. Esto es producto de varias razones, al margen del proceso privatizador. Por un lado la «liberación» de la Red de Redes, Internet, al uso comercial, dejando de ser puramente académica su utilización. Por otro, el sistema económico esta generando líneas de acción - que en realidad venían de años anteriores- donde la necesidad no es solamente de mejorar la eficiencia de las comunicaciones internas de la empresa, sino que se produce la necesidad adicional de la comunicación interempresaria, permitiendo no solo dialogar entre sí, sino realizar diferente tipos de transacciones. Es decir, «servicios de valor agregado» sobre las redes, cuyo ejemplo emblemático es el «comercio electrónico», para luego generalizarse en negocio electrónico o *e-business*.

De esta manera, se le antepone la «*e-*» a diversas actividades, se la «virtualiza», realizándosela a través de las redes. Termina así conectándose a proveedores y consumidores de algún tipo de servicio, disponiendo de un medio que permitirá el desarrollo de aplicaciones comunes a lo largo de cualquier emprendimiento.

Luego de esta introducción de las redes de datos, consideramos pertinente realizar el recorrido histórico de sus componentes básicos, como anunciamos al comienza del apartado.

### 1.2. Sector de la industria electrónica

Desde los orígenes de la industria electrónica en la Argentina hasta aproximadamente 2002 (luego tendrá lugar una recuperación aun no estudiada), se pueden diferenciar tres grandes etapas que, con sus matices, reflejan un profundo y sistemático retroceso en el grado de complejidad e integración local de la misma[2].

La primera de ellas se desarrolla durante la segunda etapa de sustitución de importaciones(1950/1970), en la cual el complejo electrónico local estaba sustentado principalmente en la producción de bienes de consumo electrónico (representaban más del 70% del valor de producción sectorial). Los mismos exhibían un alto grado de integración local que respondía más al esquema

[2] Los datos expuestos en la primer parte del presente apartado, fueron extraídos de un estudio realizado para el gobierno de la Ciudad de Buenos Aires por D Aspiazu-H Nochteff, sobre el estado de situación de la producción de microelectrónica en dicho distrito, como figura en la Bibliografía.

macroeconómico de economía cerrada vigente en esos años, que a una estrategia deliberada de integración y desarrollo local.

Cabe señalar que la propia industria de bienes de consumo electrónico estaba acentuadamente concentrada en la fabricación de televisores y componentes asociados.

La segunda etapa comienza a desarrollarse a partir de la instauración de la dictadura militar, cuando se implementa un esquema de economía abierta; y, en ese marco, pasa a ejercer un impacto inductor determinante el régimen de promoción específico del que gozaba (ya desde 1972) el, en ese entonces, Territorio Nacional de Tierra del Fuego[3].

En efecto, la política de apertura de la economía fue la que, en última instancia, dotó de sentido económico a las radicaciones industriales de, en realidad, armado y ensamble de partes y piezas fundamentalmente importadas exentas del pago de aranceles y de otros impuestos (IVA, entre ellos). La importancia de este régimen y nuevo Parque Industrial radica en que señala el tránsito del principal subsector de la industria electrónica local (los bienes de consumo electrónico) de un esquema altamente integrado localmente a otro acentuadamente desintegrado, basado en lo que se dio por denominar como «tecnología del destornillador», por estar estructurado para el armado de subconjuntos importados. Ello implicó, no sólo la relocalización y reconversión tecno-productiva de la industria electrónica de bienes de consumo preexistente, sino también, la desaparición o desmantelamiento de sus tradicionales proveedores de insumos para pasar a un esquema basado en el montaje y soldado de componentes y partes casi totalmente importados en kits, complementado con el ensamblado de algunos subconjuntos. La tercera etapa es, en buena medida, la de la profundización de algunos de los aspectos más críticos que comenzaran a manifestarse desde mediados de los setenta (en paralelo al régimen fueguino). Se trata, en síntesis, del período que se inicia a partir del shock institucional de fines de los años ochenta / principios de los noventa y de la vigencia del Plan de Convertibilidad.

Como resultado de la acelerada apertura, agravado por el deterioro del tipo de cambio y la desatención oficial por las normas *antidumping*, y de las reformas estructurales, el complejo electrónico revela un profundo redimensionamiento no sólo en términos relativos sino también absolutos, cualquiera sea la variable que se considere. Por cierto, a pesar de las limitaciones

[3] En realidad, el régimen de Tierra del Fuego no era de promoción de la actividad electrónica, sino de radicación de población: Por razones inherentes a este sector industrial y a la política económica imperante, derivo en la instalación de plantas de armado con poco valor agregado.

que impone la inexistencia de información básica que permita captar en toda su intensidad el fenómeno de la «desindustrialización regresiva» al interior del complejo, todo indica que la actividad no sólo sufrió un severo achicamiento sino que además se generalizó, con ciertos matices diferenciales, a casi todos los subsectores que lo conforman, el patrón productivo que en la década anterior era privativo del enclave de Tierra del Fuego. En otras palabras, se difunde y consolida un perfil productivo fuertemente sustentado en el armado de subconjuntos o, en el mejor de los casos, de partes y piezas importados (en muchos casos, a precios de *dumping* o, incluso, vía contrabando).

En este marco, y dadas las falencias estadísticas acerca de lo acaecido en el complejo durante la pasada década, es aconsejable analizar la situación estructural previa a la profundización del proceso de reestructuración regresiva sectorial, para situar la importancia que asumían los diferentes centros geográficos. Tal como se aprecia en el Cuadro Nº1, durante los años ochenta la industria electrónica local operaba a partir de tres centros geográficos principales: la Capital Federal (CBA), el Gran Buenos Aires (GBA) y Tierra del Fuego.

En el mismo, se puede constatar que, en términos generales, casi a mediados de los años ochenta, el espectro productivo sectorial estaba integrado por 152 firmas que generaban una ocupación de casi quince mil personas, donde los técnicos y profesionales representaban una proporción significativa del empleo total.

**A) en miles de pesos y cantidad**

| | **Firmas** | **Ventas** | **Ocupación** | **Activos Fijos** |
|---|---|---|---|---|
| Capital Federal | 53,9 | 2.084.264 | 5374 | 3.730.919 |
| Gran Bs. As. | 25 | 1.861.347 | 5945 | 4.124.159 |
| Tierra del Fuego | 10,5 | 1.787.705 | 2540 | 1.822.495 |
| Otros | 10,5 | 236.755 | 803 | 375.332 |
| Total | 152 | 5.970.071 | 14.663 | 10.052.905 |

| | **Firmas** | **Ventas** | **Ocupación** | **Activos Fijos** |
|---|---|---|---|---|
| Capital Federal | 53 | 34,9 | 36,7 | 37,1 |
| Gran Bs. As. | 25 | 31,2 | 40,6 | 41,0 |
| Tierra del Fuego | 10,5 | 29,9 | 17,3 | 18,1 |
| Otros | 10,5 | 4,0 | 5,5 | 3,7 |
| Total | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

**Cuadro Nº1**: Distribución geográfica de la industria electrónica argentina. Indicadores seleccionados, 1983 (valores absolutos y porcentajes).
**Fuente:** Encuesta Industrial de electrónica. INDEC-FLACSO 1983.

Desde esta perspectiva, la distribución de las principales variables de la industria electrónica (cantidad de firmas, ventas, ocupación y activos fijos) indica que la CBA era la zona mas relevante en términos de numero de empresas y del monto de facturación (53,9% y 34,9 %, respectivamente) mientras que en el GBA se localiza el 25 % y el 31,2 % de la cantidad de empresas y del monto de facturación, respectivamente.

El menor tamaño relativo de las empresas localizadas en la CBA respecto a las del GBA (característica que se desprende de la mayor incidencia en la cantidad de empresas que en la facturación) esta vinculado a las actividades que predominaban en esta jurisdicción (esencialmente electrónica industrial, medica, etc.). Esta situación se corrobora cuando se analiza la incidencia relativa del distrito en la ocupación y los activos fijos, donde la actual CBA exhibe una participación muy alejada de la que tiene en lo atinente a la cantidad de firmas e inferior a la del GBA.

La importancia de Tierra del Fuego se focaliza en la radicación de la mayoría de firmas fabricantes de productos electrónicos de consumo en esa jurisdicción, a partir de la puesta en marcha -durante la década de los setenta- de un régimen de promoción industrial especifico (Ley Nº19.640) para el entonces Territorio Nacional de Tierra del Fuego.

En este marco, y en términos agregados, las fragmentarias evidencias empíricas indican con absoluta contundencia que esta actividad ha sufrido un severísimo redimensionamiento que supera al que se registró en el conjunto industrial durante las últimas décadas, especialmente en la CBA dado que la mayor parte de las empresas se encuentran radicadas allí.

Si bien la información estadística, como hemos comentado, es insuficiente y fragmentada, hemos encontrado para estos sectores que nos ocupa, algunos valores de ciertos rubros, únicos disponibles en el INDEC[4], para el período 1992-1996, que analizaremos a continuación por las siguientes Ramas de Actividad:

1. Fabricación de maquinaria de oficina, contabilidad e informática.
2. Fabricación de equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones.
3. Fabricación de instrumentos médicos, ópticos y de precisión y fabricación de relojes

Graficando la sumatoria de los Ingresos de las tres Ramas de Actividad señaladas anteriormente, se observa que durante el período 1997-2002, la misma tuvo una caída significativa.

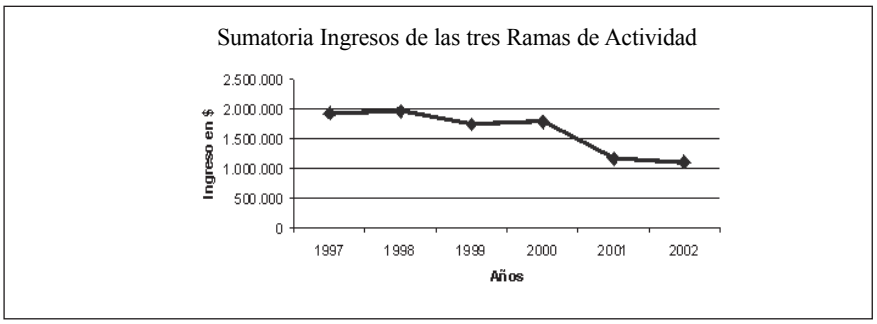



**Gráfico 1.**
**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos provistos por el INDEC

Una disminución progresiva de los ingresos, los que al 2002 están prácticamente a un 50% de los ingresos de 1997, a excepción de la Fabricación de instrumentos médicos, ópticos y de precisión y fabricación de relojes, que con un aumento del 31% del período 2002 respecto al 2001, llega a similares valores de período 1997, siguiendo a los Ingresos Devengados a Nivel General de la totalidad de las diversas Ramas de Actividad de la Producción Nacional.

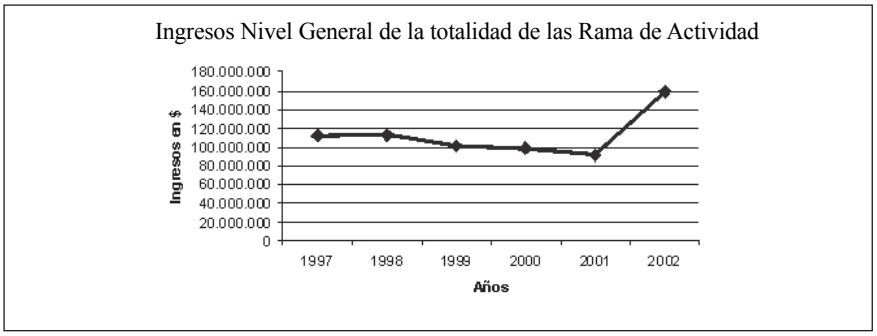



**Gráfico 2.**
**Fuente:** Elaboración propia, sobre la base de datos provistos por el INDEC

Relacionando cada ingreso de cada período contra el ingreso de 1997, tomado como base, surge el porcentaje de ingreso por período respecto a 1997.

De la comparación de la aplicación del procedimiento del párrafo anterior tanto a Nivel General como por las tres Ramas de Actividad bajo estudio, se obtiene el gráfico que se presenta a continuación:

De esto se desprende que la caída de ingresos para estas tres ramas de actividad tomadas en forma conjunta fue superior porcentualmente a la del Nivel General.

De los datos del INDEC mencionados, surge la fuerza de trabajo ocupada

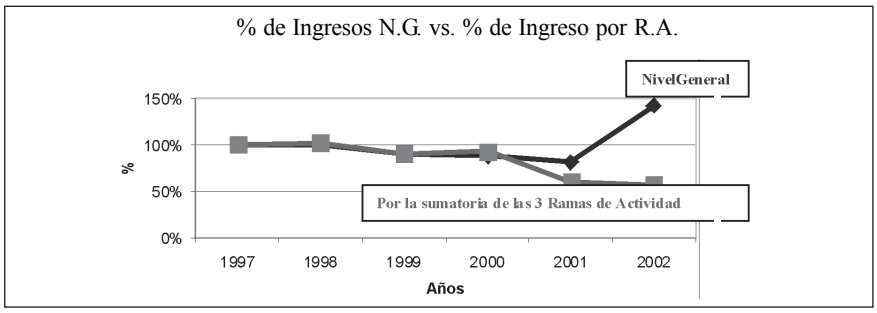



**Gráfico 3.**
**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos provistos por el INDEC.

en estas Ramas de Actividad, y a Nivel General, donde nuevamente observamos una disminución del personal ocupado en estos sectores, que si bien acompaña a la caída según el Nivel General de Ocupación, es aun porcentualmente mayor la caída en estos tres sectores.

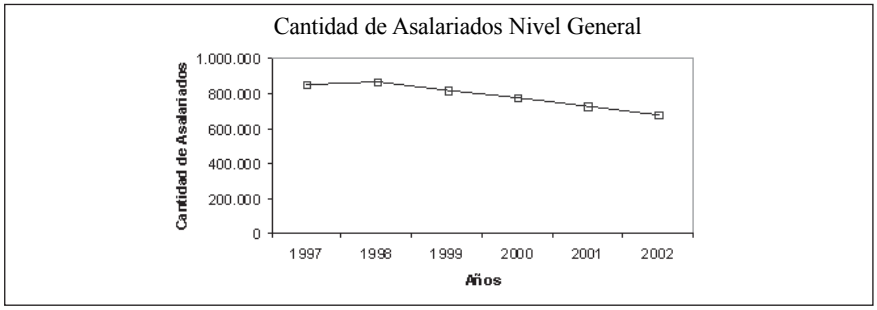



**Gráfico 4.**
**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos provistos por el INDEC.

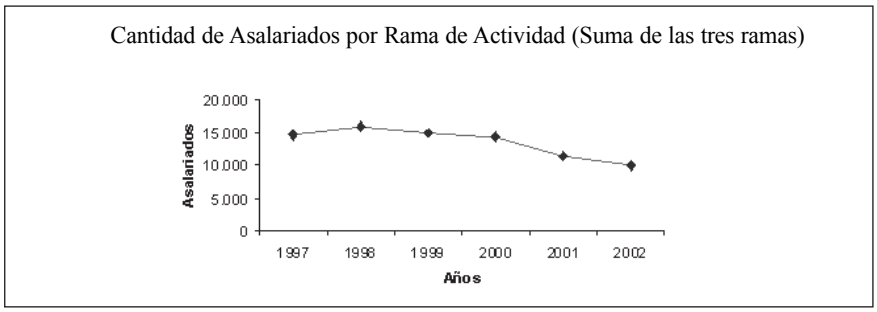



**Gráfico 5.**
**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos provistos por el INDEC.

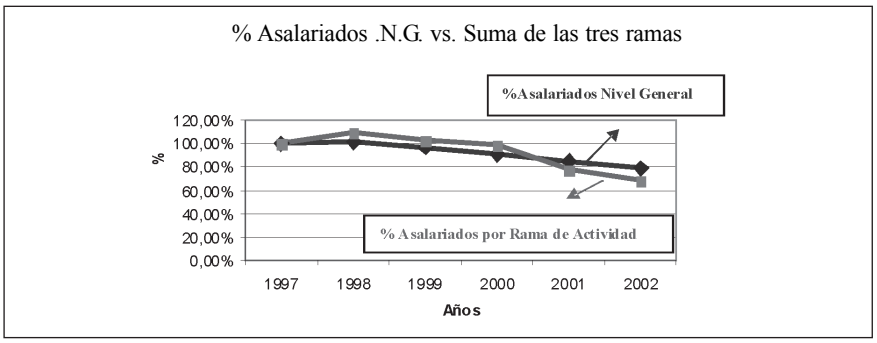



**Gráfico 6.**
**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos provistos por el INDEC.

Finalmente, del análisis de los Ingresos y Egresos que se presentan en los datos proporcionados por el INDEC, se obtienen los valores de **Ingresos menos Egresos**, donde se observa que los márgenes fueron disminuyendo tanto a nivel general como en estas tres ramas de actividad, pero en éstas se llegó a márgenes negativos para el período 2002.

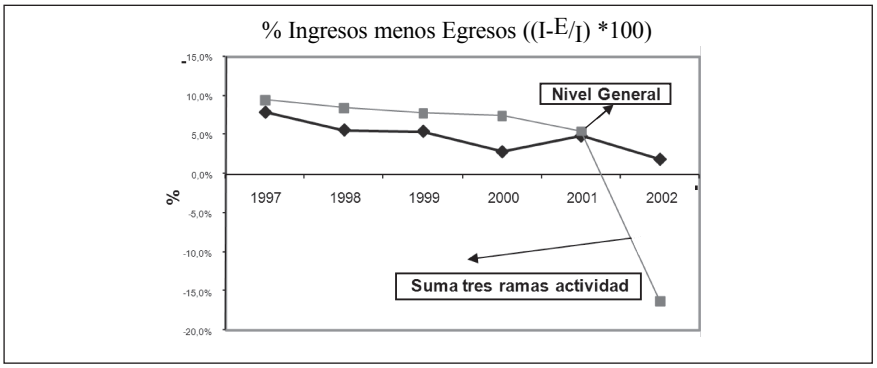



**Gráfico 7.**
**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos provistos por el INDEC.

Dada la importancia relativa dentro del total de la industria electrónica de la Ciudad de Buenos Aires (CBA) y la posibilidad de disponer mayor información sobre la misma, detallaremos algo más sobre ella.

De acuerdo con la información disponible, elaborada por el Gobierno de la Ciudad y la Oficina en Buenos Aires de la CEPAL, el valor agregado en este distrito registra un avance moderado entre 1994 y 1996, para luego consolidarse entre 1997 y 1998, año en que comienza la crisis de comienzo del tercer milenio y, según las cifras estimativas disponibles, se inicia un nuevo proceso de acelerada contracción.

En ese contexto, la producción industrial de la CBA se deteriora en términos relativos, aun entre 1997 y 1998, cuando se verifica una ligera recuperación del valor agregado total (Cuadro Nº2). Sin embargo, el mencionado proceso de contracción industrial es significativamente más acentuado en el caso de la industria electrónica, que decrece en términos absolutos a una tasa significativamente elevada (-3,1% anual acumulativo)

| | **1994** | **1995** | **1996** | **1997** | **1998** |
|---|---|---|---|---|---|
| Valor agregado total a precios corrientes | 100,0 | 100,7 | 106,3 | 113,2 | 119,6 |
| Valor agregado industrial a precios corrientes | 100,0 | 92,3 | 99,3 | 102,9 | 103 |
| Valor agregado industria electrónica | 100,0 | 106,8 | 82,3 | 85,7 | 85,6 |
| Maquinaria de oficina | 100,0 | 77,6 | 50,5 | 51,2 | 65,7 |
| Tubos, válvulas y otros componentes | 100,0 | 146,8 | 92,4 | 114,3 | 108,4 |
| Radio Televisión | 100,0 | 106,3 | 110,5 | 79,3 | 73,5 |
| Equipo médico, quirúrgico y de aparatos ortopédicos | 100,0 | 103,0 | 87,2 | 99,7 | 115,4 |

**Cuadro Nº2:** Evolución del valor agregado total, industrial y de la industria electrónica en la Ciudad de Buenos Aires, 19941999 (1994 = 100,0)

**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de estimaciones preliminares y del estudio Producto Bruto Geográfico de la Ciudad de Buenos Aires, 1993/1998¨. Proyecto G.C.B.A./CEPAL, Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 1999.

Como era de esperar, la evolución de las distintas producciones se realiza de una manera heterogénea. Sin embargo, resulta llamativo que las dos producciones que exhiben caídas absolutas en el período analizado sean los bienes electrónicos vinculados al consumo final (computadoras, radios y televisión). En principio, se trata de un resultado sorprendente porque, como es sabido, la CBA exhibe el ingreso per cápita más elevado del país (así, por ejemplo, es usual que resulte tres veces mayor que el del país). Pero un análisis más detenido permitió detectar que en este distrito-paradójicamente- en 1999, tenia la brecha de ingresos mas acentuada del país entre el 20% de la población más pudiente y el 20% de menores ingresos: 35 contra 12 en el país y 7 en el GBA. Es de destacar que esta característica se genera a partir de la aplicación del Plan de Convertibilidad y las reformas estructurales que se aplican a partir del comienzo de los noventa, dado que anteriormente, se encontraba mas cercana a la vigente en el resto del país.

Es en este contexto que aparece una correlación entre la adquisición diferencial de bienes de consumo electrónico -de acuerdo al segmento económico de pertenencia- y la caída de en el armado de dichos productos. Obviamente, los de mayor poder adquisitivo se abastecían de equipos importados y el resto se refugiaban en la restricción de compra, y la imposibilidad de competir con la

producción de Tierra del Fuego, así como antes, con provincias ensambladoras (San Luís, La Rioja, San Juan, Catamarca).

El análisis de la evolución productiva de los restantes bienes electrónicos denota (Cuadro Nº2) que, en la CBA, las producciones de mejor comportamiento durante estos últimos años fueron los componentes electrónicos y la fabricación de equipo médico y de electrónica profesional. Sin embargo, cabe reparar que aún estas actividades no tienen una trayectoria claramente expansiva sino que registran alteraciones bruscas en sus respectivos niveles de actividad.

Del estudio mencionado al comenzar este apartado (Aspiazu-Notcheff, 2003), surgen algunos elementos que permiten esbozar ciertas hipótesis sobre tal patrón de comportamiento. Los empresarios –incluidos fabricantes- del sector encontraron un «natural refugio» en la reparación de los productos importados, de los cuales algunos de ellos, se habían transformado en «representantes» nacionales para dicha importación; ello trajo naturalmente aparejado el abandono de casi todo desarrollo nacional (ni hablar de investigación), aunque les permitió mantenerse actualizados en conocimiento tecnológico e instrumental. Los factores de mayor relevancia que impulsaron esta nueva reestructuración sectorial radican tanto en el profundo cambio de las reglas del juego que trajo aparejado el proceso de desregulación económica, especialmente la apertura importadora, como en la reforma del Estado, cuyo núcleo fundamental fueron las privatizaciones de las empresas estatales.

Para el sector que nos ocupa, resultó –obviamente- relevante la privatización de la empresa que monopolizaba las telecomunicaciones, ENTel, por la reducción en la demanda de productos de fabricación local, dado que los nuevos propietarios reemplazaron a estos proveedores por productos importados. Esta se adiciona a las demás empresas privatizadas, en la medida en que durante esos años se ignoro la Ley de Compre Nacional (herramienta que es aprovechada en todos los países para reforzar la actividad de la producción nacional).

El remate de esta situación vino por el factor financiero, dado que la evolución de las tasas de interés entre enero de 1994 y septiembre del 2000, verificaron que, mientras el costo del dinero para las grandes empresas fluctuó cercano a los vigentes a nivel internacional, las tasas de interés para las PyMEs (que era el típico fabricante de productos electrónicos), resultaron notablemente superiores a las restantes. Asimismo, las trabas y requerimientos exigidos para acceder a ese costoso financiamiento, resulto una barrera infranqueable para muchos, incluyendo el acceso a la financiación oficial. A pesar de esta situación, hubo actores que supieron aprovechar la situación de «nicho» vacante, aprendiendo a competir con los productos importados y consolidándose en sus respectivos rubros; sea el caso de plaquetas electrónicas, fabricación de cajeros automáticos, relojes de control, entre otros. Algunos, incluso, han logrado exportar sus productos.

Esta crisis en la industria electrónica, para la CBA, se ve largamente reflejada en la ocupación de personal dentro del sector. En el comienzo del año 2000, la información disponible acerca de las 129 empresas que elaboraban bienes electrónicos indica que ocupaban 1.144 personas mientras que a mediados de la década del ochenta las 152 existentes ocupaban 14.663 personas. A partir del 2002 comienza a crecer el sector de electronica profesional en un proceso que escapa al presente artículo.

A modo de ejemplo, observemos el crecimiento del parque de PCs en el último quinquenio de la década analizada:

| Año | Desktops | Notebook | Totales | Desktops | Notebook |
|---|---|---|---|---|---|
| 1996 | 323.136 | 20.233 | 343.369 | 94,1% | 5,9% |
| 1997 | 445.889 | 27.337 | 473.226 | 94,2% | 5,8% |
| 1998 | 599.281 | 32.254 | 631.535 | 94,9% | 5,1% |
| 1999 | 675.479 | 34.665 | 710.144 | 95,1% | 4,9% |
| 2000 | 881.376 | 53.017 | 934.393 | 94,3% | 5,7% |

**Cuadro Nº3.**
**Fuente:** Consultoras Trends Argentina/IDC (USA).

Para concluir este parágrafo, corresponde resumir que el desarrollo tecnológico inicial fue posible cuando la importación de componentes tenia, como mínimo, la misma protección que la de «partes y piezas» electrónicas, donde se encontraban los subconjuntos que solo pueden destinarse a un solo modelo de determinado equipo.

Si la importación de «partes y piezas» se abarataba, las tecnologías de producto y de proceso desarrollados por las empresas locales perdían ventajas competitivas. Sobre esta base, fue como en décadas anteriores se inicio un proceso virtuoso de desarrollo tecnológico propio por parte de las empresas locales, el cual una vez disparado, genero una cadena de realimentación positiva que alimento la originalidad al inducir la gestación de una industria proveedora, que además estimulo la fabricación de componentes electrónicos que estaban vinculados al diseño del bien final. De esta manera, el grado de desarrollo de la industria electrónica argentina no consistió en la generación de innovaciones mayores, pero si en una creciente capacidad de ingeniería de producto y de procesos, que le permitió incorporar innovaciones mayores y realizar procesos adaptativos, que en muchas situaciones, comportaban la generación de tecnologías o productos acordes a las necesidades y potencialida

Es importante consignar para completar el panorama, que a pesar de ese deterioro de la producción industrial en los 90, el mercado electrónico fue muy

importante pero cubierto mayormente por la importación

En la década del 90, según nuestras estimaciones basadas en estudios realizados por FLACSO e INTI, la electrónica constituyó entre el 12% y el 14% de las importaciones totales del país. Estas importaciones de electrónica, en conjunto con la producción local significaron (en la década y según el año), un valor entre el 1,5% al 2% del PBI del país. En el 2003, según el INTI, las importaciones electrónicas (que incluyen en una gran proporción software embebido) significaron un 9,36% del total y el 1% del PBI., mientras que las exportaciones fueron de 139 millones de dólares. (Dmitruk, A., *Informe para el Foro de la Industria Electrónica*, Secretaría de Industria de la Nación)

### 1.3. Sector de la producción de Software y Servicios Informáticos (SSI)[5]

El período que abarca desde principios de los sesenta (inicio de las actividades sobre computadoras) a fines de los noventa, reconoce un período de expansión significativa en el sector de SSI. Según sus actores, esta expansión se dio de manera mayoritariamente espontánea, sin apoyo de políticas publicas de estimulo al sector, inclusive, en un contexto macroeconómico e institucional poco favorable para la actividad de innovación y conocimiento.

Su desarrollo se basó en un consumo de mercado puertas adentro. Recién a mediados de los años ochenta se producen los primeros análisis sobre las actividades para plantearse algún tipo de política de apoyo. De ello surge que predominaba la utilización de productos de programación desarrollados en el exterior, si bien ya existían 300 empresas que operaban, de las cuales 200 producían con cierto grado de desarrollo en el país. Cabe destacar que la comercialización de software se realizaba, en general, formando parte del equipamiento. De esto se puede desagregar que, el software de base (sistemas operativos o conjunto de programas que controla el funcionamiento de la computadora, ocultando las complicaciones de la parte física o hardware) y los utilitarios (programas para ayudar al usuario en algunos trabajos típicos, como dar formato a discos, manejar archivos, entre otros) resultaban importados en general, mientras los programas de aplicación (que son utilizados por los usuarios, fundamentalmente, para la gestión y la contabilidad) solían ser de origen nacional. Es obvio que esto era consecuencia de un mejor conocimiento de las modalidades impositivas y contables propias del país.

En lo que atañe al procesamiento de datos o servicios informáticos, para la misma época se tenían detectadas 300 empresas (en general, pequeñas) que

[5] El autor del presente trabajo colaboró con Notcheff, H y Dmitruk, A., en el relevo del sector de SSI en la CBA, del cual ha extraído gran parte de los datos del apartado a desarrollar.

realizaban este tipo de tareas, las cuales, además de la corrida de programas con datos provistos por los usuarios, comprendían el correspondiente asesoramiento y consultoría de sistemas, así como desarrollo e instalación de software.

De esta manera, a mediados de los noventa, pueden ubicarse aproximadamente 300 empresas activas en la producción y/o distribución de software, las que empleaban 3000 personas en actividades vinculadas al software y unas 1500 en la provisión de servicios. Un tercio del mercado que se estimaba en 190 millones de dólares, era provisto por firmas nacionales, y el resto por importaciones. Las exportaciones eran ocasionales, aun cuando había empresas que buscaban socios extranjeros y participaban en exhibiciones internacionales con el objetivo de penetrar en mercados extranjeros.

| | **1992** | **1996** | **Valor porcentual 92-96** |
|---|---|---|---|
| Total software | 25.352,70 | 75,433 | 197,54 |
| Total Hardware | 61.952,30 | 124.783,00 | 101,42 |
| Total Informática | 87.305,00 | 200.216,00 | 129,33 |

**Cuadro Nº4:** Evolución de tecnologías informáticas 1992-1996.
**Nota:** Valores en miles de pesos.
**Fuente:** INDEC.

| | **Facturación** | **Empleo** | **Exportaciones** |
|---|---|---|---|
| **Por origen** | | | |
| Empresas extranjeras | 66% | 42% | 73% |
| Empresas nacionales | 34% | 58% | 27% |
| TOTAL | 100% | 100% | 100% |
| **Por tamaño** | | | |
| Grandes [1] | 86% | 72% | 70% |
| Medianas [2] | 12% | 21% | 27% |
| Pequeñas [3] | 2% | 7% | 3% |
| TOTAL | 100% | 100% | 100% |
| **Por actividad** | | | |
| Oferentes de productos locales [4] | 18% | 33% | 75% |
| Oferentes de productos extranjeros [5] | 37% | 18% | 0% |
| Proveedores deservicios [6] | 46% | 49% | 25% |
| TOTAL | 100% | 100% | 100% |

**Cuadro Nº5:** Composición de la facturación, empleo y exportaciones del Sector de SSI por tipo de firma. Año 2000 (en %).
**Fuente:** Andrés López (2003).

[1] 50 empleados o más.

[2] Entre 10 y 50 empleados

[3] 10 empleados o menos

[4] Firmas (locales y extranjeras) cuya actividad principal en el área de SSI es el desarrollo de productos de software en Argentina.

[5] Firmas (locales y extranjeras) cuya actividad principal en el área de SSI es la comercialización y distribución de software desarrollados en el exterior.

[6] Firmas (locales y extranjeras) cuya actividad principal en el área de SSI es la provisión de servicios profesionales (desarrollos a medida, implementación e integración de soluciones, consultoría de software, etc.).

| **Estratos** | **Año: 2000** |
|---|---|
| Menos de $ un millón anual | 46% |
| Entre $ 1 y 2 millones anuales | 22% |
| Entre $ 2 y 5 millones anuales | 13% |
| Entre $ 5 y 15 millones anuales | 10% |
| Mas de $ 15 millones anuales | 9% |

**Cuadro Nº6:** Composición de las firmas del Sector SSI por rango de facturación. Año 2000 (en %).
**Fuente:** Andrés López (2003).

### 1.4. El Sector de los Servicios Telefónicos

Dado el periodo estudiado, solo se menciona la telefonia basica, aunque no debe dejarse de tener en cuenta que en dicho periodo comienza en nuestro país la telefonia movil, que en la actualidad es un sector de mayor volumen que la basica.

Si bien este sector lo hemos tratado en diferentes apartados, existen ciertos aspectos que se estiman dignos de resaltar en el presente.

Durante el período 1992-2002, el Sector Servicios Telefónicos se movió de acuerdo a la Planilla sobre **Servicios Telefónico Básico**, proporcionados por el INDEC.

En la misma podemos observar que en el período bajo análisis la cantidad de Líneas telefónicas instaladas y en Servicio, prácticamente se han duplicado, estando al 2002 digitalizadas en un 100%

Se grafica a continuación el crecimiento de líneas (considerando como instaladas la superior y en servicio la inferior):

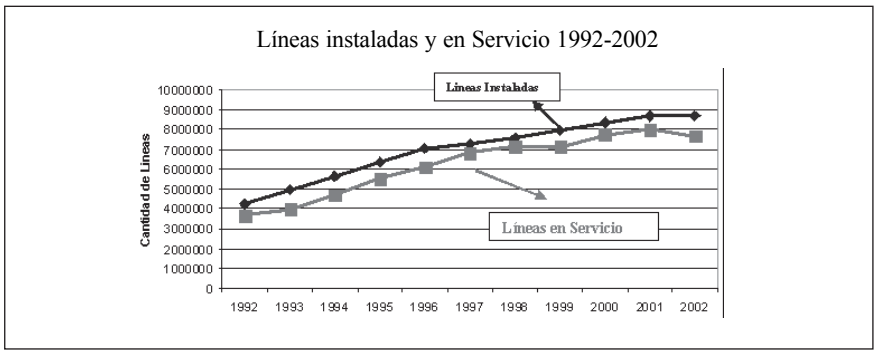



**Gráfico 8.**
**Fuente:** Elaboración propia, sobre la base de datos provistos por el INDEC.

Este crecimiento en las líneas Instaladas y en Servicio se vio reflejado en el aumento de la Facturación.

Respecto a la Inversión del período, luego de un crecimiento durante los primeros 3 años (1992-1994), la misma se mantuvo en valores similares y comenzó a descender fuertemente a partir de 1996 en relación a la Inversión realizada en años anteriores.

Esto posibilitó que la brecha entre Facturación (línea superior) e Inversión (línea inferior) aumentara considerablemente, tal como se puede observar en el siguiente gráfico:

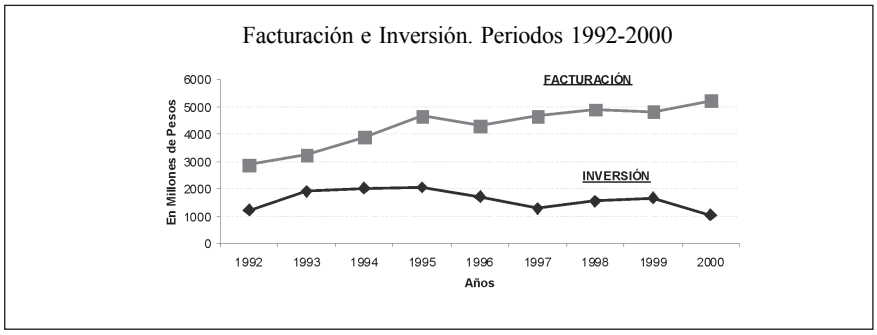



**Gráfico 9.**
**Fuente:** Elaboración propia, sobre la base de datos provistos por el INDEC.

Puede apreciarse en la Planilla sobre **Servicios Telefónico Básico** proporcionados por el INDEC, que el personal ocupado no sigue la tendencia del crecimiento de la facturación anteriormente analizada sino que va disminuyendo en el período bajo estudio, lo que también puede observarse a continuación:

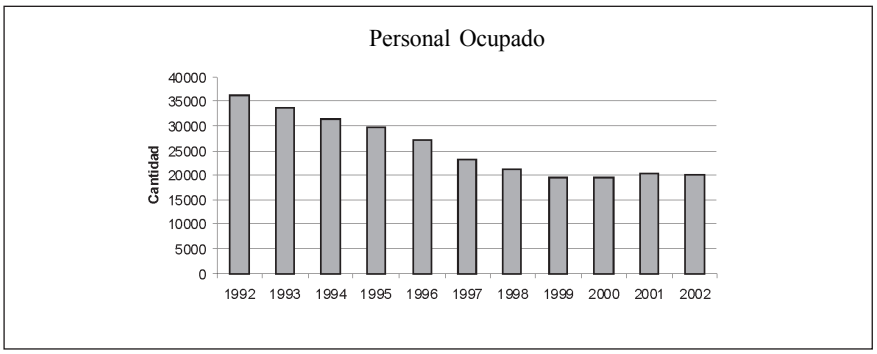



**Gráfico 10.**
**Fuente:** Elaboración propia, sobre la base de datos provistos por el INDEC.

Relacionando la cantidad de líneas instaladas respecto del personal ocupado se podrá observar, como consecuencia de lo anteriormente expuesto que, a medida que transcurre el período 1992-2002, la relación va aumentando, es decir hay mas líneas instaladas por cada persona ocupada en el sector.

Dicha relación se puede observar en el siguiente gráfico:

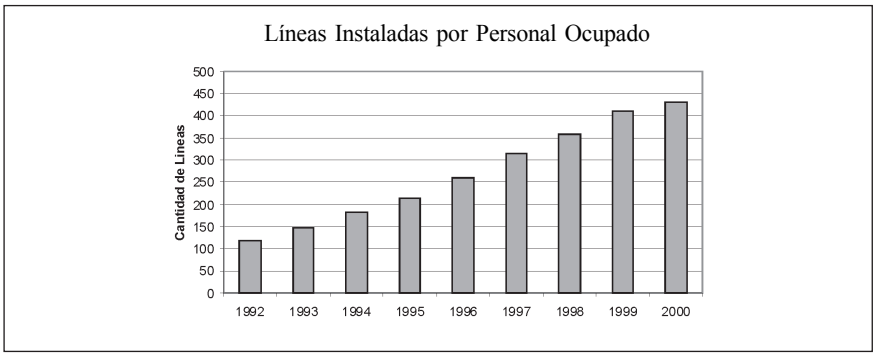



**Gráfico 11.**
**Fuente:** Elaboración propia, sobre la base de datos provistos por el INDEC.

Se puede inferir un alto grado de productividad del sector bajo el período analizado, lo que sumado a la creciente facturación, hace que el sector haya tenido superganancias.

### 1.5. Reflexiones sobre Servicio e Industrias de las TICs en los noventa. Que podemos hacer

Desde una observación genérica durante la década analizada, nos encontramos con un crecimiento notable de los Servicios, sea de comunicación de

datos o de telefonía, y si bien esta tendencia fue sostenida a nivel mundial, en la Argentina se vio reforzada por las largas décadas de desinversión en el área. Mediante que con una inyección de capitales adecuada, su crecimiento «estalla» durante los primeros años. Los avances tecnológicos acompañan este escenario, permitiendo inclusive una muy superior productividad por personal ocupado.

En lo que respecta a la Industria de producción, encontramos a la electrónica como castigada por la apertura económica de los noventa, lo que se muestra, entre otros indicadores, por el índice de ocupación, que en el comienzo del tercer milenio es la décima parte del obtenido a mediados de los ochenta. Queda en estudio el interesante crecimiento posterior registrado hasta el 2006.

Al analizar el novel y creciente sector informático, se observa que dos tercios del personal ocupado de finales de los noventa se dedican al desarrollo de software y el tercio restante a la provisión de servicios. Asimismo, cerca de un tercio del mercado es provisto por firmas nacionales y el resto por la importación.

Para cerrar[6], consideramos pertinente revisar el hecho de que la Argentina industrial se formo a partir de la explotación de sus recursos naturales. Y es así, que en la década de los noventa, por efecto de la apertura económica y la desregulación del transporte, se llega a una explosión productiva que lleva a las exportaciones cerealeras del año 1991, de 1.066 millones de dólares, a superar en 1998 los 3.040 millones de dólares. Pero por otro lado, los mercados internacionales fijaban precios que, por ejemplo, para el trigo se reducía en un 58 % en el periodo 1996 al 2000, así como para el maíz la reducción fue de 33 % y para el girasol de casi 34 %. Estas caídas de precios estaban basadas fundamentalmente en los subsidios cruzados de la industria al campo, que son logrados, tanto en los Estados Unidos como en la Comunidad Europea, por presión de los agricultores. Al valor de estas subvenciones, la Organización Mundial del Comercio (OMC) lo considera en el orden de 360.000 millones de dólares al año. Además cabe considerar que durante el quinquenio 1994/98, en el ultimo año de la serie (1998) pagamos por cada tonelada importada 1.228 dólares y se nos pagó por cada tonelada de producto exportado 320 dólares, dejando al desnudo una triste realidad: prácticamente no exportamos valor agregado y nos dedicamos a importarlo (fundamentalmente, mano de obra desde el exterior).

---

[6] Los valores del análisis de este párrafo fueron extraídos del trabajo *Breve análisis del comercio exterior argentino,* realizado para la Cámara Argentina de Industrias Electromecánicas (CADIEM), por su Vicepresidente el Ing. José Roberto Tubio sobre la base de datos del INDEC.

Esto queda avalado en nuestro análisis para las TICs, donde lo que crecía eran los Servicios (bien no transable) y decrecía la producción de bienes transables, como la electrónica.

Todo ello proporciona una doble enseñanza: que este desequilibrio en la balanza de pagos, colaboro sustantivamente a la explosión de la deuda externa (a pesar del ingreso de capitales por las privatizaciones), y que, en el mediano plazo, el proyecto llevado adelante en los noventa, era inviable.

## Bibliografía

Aspiazu, D. y Notcheff, H: *Estudio sobre el Sector de Microelectronica y sus Aplicaciones en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires*, 2003

Dmitruk, A, *Informe para el Foro de la Industria Electrónica,* Secretaria de Industria de la Nación, 2003.

López, Andrés; Estudio 1.EG.33.4, Estudios sobre la competitividad sistemica, Componente B, La sociedad de la información servicios informaticos, servicios de valor agregado y software, Buenos Aires, encargado por el Ministerio de Economia de la Nacion, marzo 2003.

Sector de Estudios Económicos del INTI

# CAPÍTULO 15

# La Digitalización de la Biblioteca Marcel Roche: Condición para el Aprendizaje Informacional Científico Tecnológico

Irene Plaz Power*; Hebe Vessuri**

*«Departamento Estudios de la Ciencia, IVIC» «Escuela de Computación UCV»; iplazp@gmail.com

**«Departamento Estudios de la Ciencia, IVIC»; hvessuri@gmail.com

## Resumen

La Biblioteca Marcel Roche del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas es uno de los actores más relevantes de la red de producción y distribución del saber científico-técnico en Latinoamérica. Y su relevancia es aun mayor en la actualidad gracias a la puesta en marcha del Proyecto de Red Nacional de Bibliotecas Digitales. En este trabajo revisamos el proceso de implantación de las tecnologías de información en la organización durante la última década a fin de identificar, a través de una evaluación cualitativa, sus limitaciones, dificultades y capacidad de transformación para orientar la digitalización en la dirección de la alfabetización informacional en ciencia y tecnología, siguiendo las tendencias internacionales, regionales y nacionales

## Directrices globales y regionales para la digitalización de las bibliotecas científicas - técnicas

Desde finales de los noventa del siglo pasado, la dinámica de transformación de las bibliotecas científicas-técnicas a nivel internacional ha estado orientada por un conjunto de acuerdos que recogían viejas y nuevas expectativas sociales en relación con estas instituciones. Uno de los más significativos fue el del año 2003, en el marco de las actividades de la Cumbre de la Sociedad de la Información (CMSI-WSIS), donde se estableció un conjunto de principios y una agenda para la acción atravesada simultáneamente por la promoción de la inclusión social y por las tec-

nologías de la información y la comunicación (TIC) –productos, redes, servicios y aplicaciones. En el mismo sentido, cuando los representantes de gobiernos, empresas y organismos no gubernamentales se reunieron en Túnez en el año 2005 para establecer los acuerdos globales de la Cumbre Mundial de la Sociedad de la Información (CMSI-WSIS), entre las metas prioritarias del Plan de Acción de la Cumbre estuvieron: el acceso a la información y el conocimiento y el apoyo a la creación y desarrollo de bibliotecas públicas digitales; conocer la legislación nacional, regional y mundial; fomentar la creación de «bibliotecas híbridas»; estimular la cooperación entre bibliotecas, la promoción de iniciativas orientadas a facilitar el libre acceso a la información de revistas y libros *en información científica* de acceso abierto (*open access)* y el desarrollo de investigación para la evaluación de modelos de software y licencias que garantizaran una selección óptima del software libre-*Open Archive Initiative* (Santos et al., 2006).

Es así como en la 72ª reunión del Congreso Mundial de Bibliotecas e Información: Congreso General y Consejo de la IFLA (*The International Federation of Library Associations and Institutions),* celebrado en agosto de 2006 en Seúl, Corea, que tuvo como temática central «Las Bibliotecas: Motores Dinámicos de la Sociedad del Conocimiento y de la Información», unos 2900 participantes compartieron experiencias en la investigación y gestión de las bibliotecas, en lo que se ha dado en llamar la era del conocimiento y la información, tratando de entender el papel que juegan las bibliotecas en contextos geopolíticos y culturales concretos (Parker, 2006).

Entre las iniciativas de América Latina orientadas a ofrecer acceso a la información y el conocimiento científico-técnico, encontramos INFOCYT (Red de Información C&T), promocionada por la Organización de Estados Americanos (OEA), alojada en Chile[1], y el Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), con proyectos abocados a la implantación de software de *Open Source E-Prints*, primariamente desarrollado para repositorios temáticos en ambientes científicos de investigación; más recientemente el Portal CAPES que ofrece acceso a textos completos y artículos de 11.224 revistas y más 90 bases de datos;[2] en el campo de la salud, así como la red cooperativa de instituciones productoras, intermediarias y usuarias de información científica y técnica en la Biblioteca Virtual en Salud (BIREME/OPS/OMS 1999). En el contexto del Convenio Integral de Cooperación Cuba-Venezuela, en el marco del nuevo modelo de integración regional ALBA, está en marcha el Proyecto de Comunidades Virtuales en áreas de interés temático comunes a ambos países.

[1] Portal Infocyt: http://www.infocyt.cl/

[2] Portal de Capes: noticias. http://www.periodicos.capes.gov.br/portugues/index.jsp

## Convergencia de iniciativas nacionales para digitalizar las bibliotecas científicas - técnicas

El año 2000 la Asociación Nacional de Directores de Bibliotecas, Redes y Servicios de Información del Sector Académico Universitario y de Investigación de Venezuela, (ANABISAI), presentó como uno de sus objetivos fundamentales el desarrollo de unidades de información que respondieran al reto de la academia y la investigación en nuestro tiempo. Las metas eran: 1) propiciar la discusión en torno a las publicaciones seriadas en formato impreso y electrónico, su acceso y viabilidad de consulta a través de prácticas cooperativas, 2) conocer las políticas de los proveedores y editores para acceder a las colecciones en formato electrónico, 3) discutir los aspectos a considerar en la creación de un consorcio para la adquisición de colecciones seriadas, en formato impreso y electrónico (ANABISAI, 2002-2004).

Las tres metas convergieron en un proyecto que se presentó un año después, en 2003, en versión preliminar, en el que se planteaba crear en el país una Red Nacional de Bibliotecas Digitales. Sus miembros iniciales serían catorce bibliotecas institucionales.[3] Los gestores de las instituciones participantes acordaron el compromiso de compartir productos y servicios de información, elaborar conjuntamente una propuesta para fortalecer un Consorcio Nacional de Publicaciones Periódicas y Bases de Datos, definir una estrategia para mejorar la conectividad entre unidades de información, realizar reuniones con autoridades universitarias y gubernamentales con la finalidad de plantear la situación de las bibliotecas y proponer acciones para mantener los servicios.

La propuesta de ANABISAI era convergente con la consulta a través de la cual se elaboró el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2005-2030, en el cual se puso el acento en el acceso a la información científico-técnica para promover la alfabetización informacional y mejorar las condiciones de investigación, la aplicación y sensibilización (PNCTI, 2005).

---

[3] Biblioteca Central de la Universidad Central de Venezuela (UCV), Biblioteca Marcel Roche del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Centro de Documentación y Biblioteca del Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT), Fundación Centro de Información y Documentación-Biblioteca Central de la Universidad de Carabobo (UC), Centro de Recursos Múltiples de la Universidad Nacional Abierta (UNA), Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado (UCLA), Universidad de Oriente (UDO), Universidad de Los Andes (ULA), Universidad Simón Bolívar (USB), Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) y Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre (UNEXPO-Barquisimeto), Universidad Nacional Experimental Marítima y del Caribe (UNEMC), Universidad Bolivariana de Venezuela (UBV) y Universidad Yacambú.

El Centro Nacional de Tecnologías de la Información y la Comunicación (CNTI) subscribió el año 2003 el proyecto de Internet2, el cual se tradujo en la puesta en marcha del proyecto nacional REACCIUN 2 (Red Académica de Alta Velocidad de Centros de Investigación y Universidades Nacionales), para interconectar 7 universidades nacionales y el IVIC.[4] Entre el conjunto de proyectos de investigación que presentó cada institución destaca el proyecto de Bibliotecas Digitales, en el que participa la Biblioteca Marcel Roche (BMR) del IVIC como miembro fundador, lo cual viene a significar su ingreso en una nueva fase de digitalización orientada al trabajo colaborativo interinstitucional característico de la Ciencia-e.

## El contexto institucional de la Biblioteca Marcel Roche: comunidad de aprendizaje

De acuerdo a la literatura sobre el tema la evaluación de los procesos de digitalización de las organizaciones en general y las bibliotecas en particular, se requiere ir más allá de la instalación de los servicios de información, dado que es necesario aprender a gestionar los cambios estructurales organizacionales según lo establecido como metas u objetivos estratégicos.

El aprendizaje organizacional es siempre local y situacional: estructuras, prácticas, hábitos y maneras de pensar en una organización son siempre compartidos en el desarrollo de ésta. Por ello la transformación de la situación presente no puede ser analizada sino incorporando la perspectiva histórica (Virkkunen y Kuutti, 2000). En la digitalización de la BMR, su historia, sus cambios de estructuras, valores y hábitos contribuyen a comprender los factores de éxito en el logro de sus metas y las dificultades para incorporar las recomendaciones y tendencias que no se ajusten a la institución que, además de albergarla espacialmente, orienta sus procesos en función de su cultura informacional académica.

Fue en el año de 1959 cuando se funda la BMR en la institución que le ha servido de sede hasta el presente, el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Recién terminaba la dictadura de Pérez Jiménez, la base de la economía nacional era petrolera; pero, su población mayoritariamente habitaba en las zonas rurales. La comunidad académica se limitaba a personas con suficiente curiosidad para animarse a ser parte de una organización pionera en un campo laboral, hasta la fecha de poco reconocimiento, en una nación que experimentaba un proceso de modernización orientado a la sustitución de importaciones.

En este sentido, la dinámica y estructura de la BMR estuvo marcada en sus inicios por la cultura informacional de los fundadores del IVIC y su misión, por varias décadas, consistió en *satisfacer las necesidades de información de los investigadores y del personal del IVIC, suministrar información en el área*

[4] Portal de Reacción. http://www.reacciun2.edu.ve/

*de ciencia y tecnología a la comunidad científica latinoamericana, explorar tecnologías novedosas para un mejor uso de la información científica y tecnológica, y orientar a los estudiantes de postgrado tanto del IVIC como de las universidades nacionales, en el uso y manejo de las principales fuentes de referencia* (IVIC-Informe Anual, 1994).

En 1994, la presencia de la primera Red Académica de Centros de Investigación y Universidades Nacionales–Reacciun-,[5] influye de manera significativa en la promoción de cambios de paradigma sociotécnico en tres instituciones de la zona norte central del país: IVIC, UCV, USB. A fin de comprender los cambios, se diseñó un estudio acerca de cómo percibían los profesores de postgrado e investigadores la posibilidad de tener acceso a Internet. Entre 1995 y 1996, fase temprana de incorporación al país de estas plataformas, el 43% la muestra total de docentes e investigadores de postgrado seleccionados respondieron el instrumento de 92 preguntas estructuradas (Plaz & Rodríguez, 1998; Plaz &Vessuri, 1999). A través de preguntas cerradas se estudió lo que para ese momento era la  percepción del usuario pionero en el país de cómo estaba afectando la incorporación de Internet en la infoestructura y la infocultura de las tres instituciones.

La comunidad de investigadores mostraba en dicho estudio un elevado grado de satisfacción con el ambiente organizacional del IVIC: reglamento, objetivos, rendimiento estudiantil; en cambio, reflejaba insatisfacción con respecto a los recursos asignados, como el de información, lo que se transformó en una demanda constante que presionó hacia el mejoramiento de los recursos existentes.

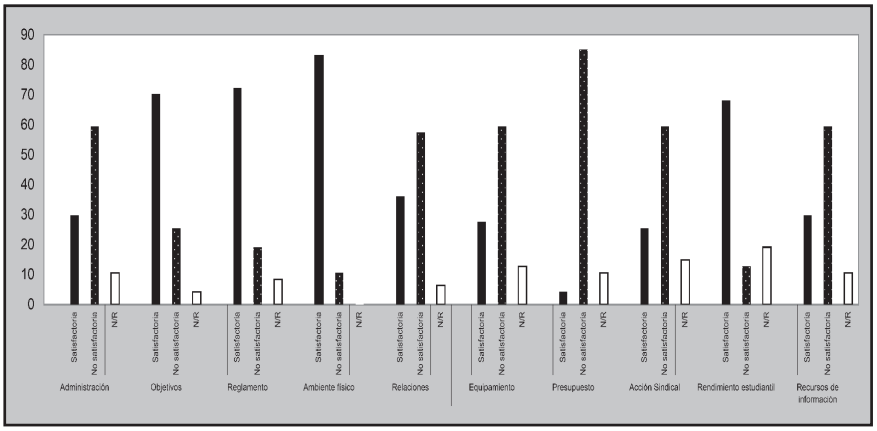



**Figura 1:** Satisfacción institucional.
**Fuente:** Vessuri  y  Plaz, 2004.

[5] Portal de CNTI. http://www.cnti.gob.ve/historia.html

En el caso del IVIC, que nos ocupa, quedó establecida la importancia que la comunidad de investigadores otorgaba a la BMR como fuente de consultas. Antes de 1994 estos grupos ya habían incorporado en sus actividades académicas las consultas a fuentes electrónicas de información, aspecto que no se encontró en las otras instituciones. La realización de sus postgrados en el exterior puede explicar el que adquirieran estos hábitos académicos de manera particular, antes de su implantación en el IVIC. El rápido aprendizaje de los nuevos servicios no se vio afectado por la edad de los investigadores, la cual oscilaba entre 36 y 56 años. Pero, el patrón de consulta mensual de información sí: antes de tener acceso, un 45% declaraba no hacer consultas, ya para el momento del estudio, -un año después- el 90% efectuaba consultas mensuales. Para 1995 los servicios más utilizados por los investigadores del IVIC eran las revistas (51%) y las bases de datos en línea, con un 45%; en cambio, en las otras instituciones estudiadas esa misma fecha (UCV-USB) el primer lugar lo ocupan las revistas con un 56%, pero el segundo lo ocupan los libros con un 44% y un 32% respectivamente, hecho atribuible a las debilidades de la infoestructura de dichas instituciones (Plaz & Rodríguez, 1997).

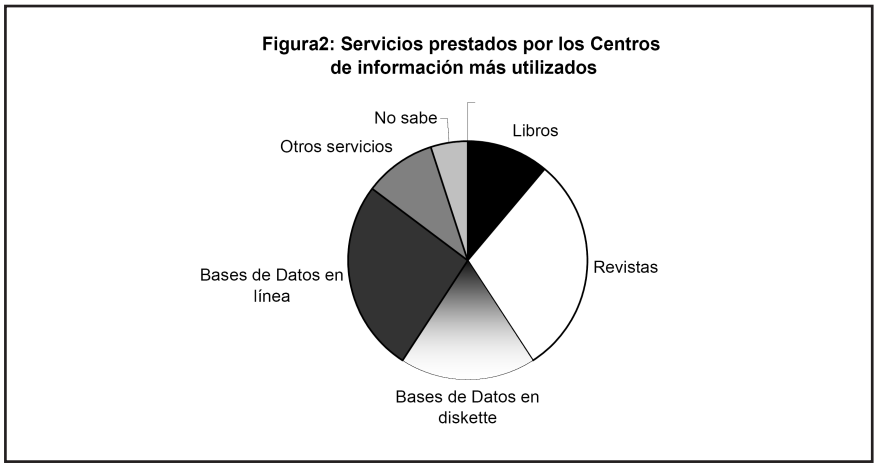



**Figura 2:** Preferencias de consulta.
**Fuente:** Vessuri y Plaz, 2004.

La BMR se identifica con la definición que se asigna a una «organización que aprende» en la medida en que puede responder a la reestructuración de su organización, a la velocidad del cambio de paradigma en Tecnologías de la Información (TI), relacionándose con las demandas de los usuarios locales y del entorno cambiante (Sánchez, 2004). Expresado de otra manera, la encuesta corrobora lo observado en el estudio de las características de la cultura académica del IVIC por medio del análisis de los Informes Anuales del lapso

1994-2003. La infocultura (prácticas, valores y principios relacionados con la información) y la infoestructura (bienes y servicios de tecnologías de información) del IVIC convergen como un factor de cambio organizacional de la BMR. Veamos más en detalle, según la información recogida en dichos informes, cómo se consolida y perfecciona la capacidad de gestión de la BMR apoyándose en las TIC, para reafirmarla como un actor local estratégico en el proceso de gestión y diseminación de conocimiento científico nacional.

## La apropiación social de las TIC en la Biblioteca Marcel Roche

Reconocer aspectos relativos al proceso de aprendizaje de la gestión y apropiación de las TIC, como ya mencionamos, requiere de la dimensión histórica para identificar cómo se genera un proceso que incluye varias fases y/o dimensiones: a) incorporación de las tecnologías; b) cambios en las actividades sobre las cuales la tecnología tiene incidencia directa; c) finalmente, cambios en el funcionamiento general de la institución y en el cumplimiento de su misión estratégica (Menou, 2001). En este sentido, el estudio de los Informes Anuales del lapso 1994-2003 permitió identificar tres momentos de cambio socio-técnico-organizacional de la BMR.

Primera fase (1994-1998), cuando se da la transición entre dos paradigmas TIC, pasando de la automatización a la computación en red conectada a Internet, lo cual influiría en la estructura y procesos organizacionales de la BMR. Se facilitó entonces el acceso a Internet a través de una red telemática que además de prestar asistencia a los investigadores incluyó áreas de servicios académicos y administrativos del IVIC. Durante esos cuatro años, el proceso de transferencia de tecnologías implicó la exploración y dominio de tecnologías novedosas para la prestación de servicios. Los cambios ocurridos durante esta primera fase se reflejaron en una ampliación del área social de influencia de la BMR.

La segunda fase se ubica formalmente entre 1998 y 2003, cuando, luego de varias décadas, se redefinió la misión de la BMR de la siguiente manera: s*eleccionar, adquirir, sistematizar, recuperar y difundir información científica y técnica necesaria para actividades de investigación, de manera oportuna y eficiente, con miras a liderizar los servicios de información nacionales y regionales, desarrollando y aplicando las tecnologías necesarias para garantizar los accesos a la información científica mundial, manteniendo altos estándares de calidad. Satisfacer las necesidades de información científica y técnica, de usuarios individuales o institucionales, contribuyendo al desarrollo de la investigación académica fundamental y aplicada a nivel nacional e internacional* (IVIC-Informe Anual, 1998).Es de resaltar que el simple evento de definir está nueva misión organizacional y promover cambios en el organigrama de la biblioteca guarda correspondencia con el estudio del *Massachussets Institute of Technology* en el cual se definió como una buena

gestión de las infoestructuras el tener: a) objetivo concreto y visión clara de lo que debe ser la organización., b) alineación de su estrategia de tecnologías de la información con su estrategia general en la empresa y con las dimensiones de la organización, c) estructura de tecnologías de la información capaz y robusta, d) inversión en recursos humanos a fin de sacar el máximo provecho a las tecnologías (Cornella, 1997).

En otras palabras, los cambios de la misión y estructura organizacional de la BMR, resultantes de la digitalización de procesos y servicios, a partir de 1998, se tradujo en mejoras continuas meso-socio-organizacionales para consolidar las condiciones de la infoestructura técnica –implantación de las TIC–, con el fin de promover la expansión cuantitativa y cualitativa de su interacción local/nacional, según su nueva misión de *liderizar los servicios de información nacionales y regionales, desarrollando y aplicando las tecnologías necesarias… para satisfacer las necesidades de información científica y técnica, de usuarios individuales o institucionales, contribuyendo al desarrollo de la investigación académica fundamental y aplicada a nivel nacional e internacional* (IVIC-Informe Anual, 1998).

Desde las dimensiones de análisis meso-socio-organizacional, para el lapso 1959-1998 se aprecia en las fuentes consultadas –estudio de usuarios e informes anuales– la adquisición de la capacidad endógena de apropiación social de las TIC por parte de los gestores de la BMR. De allí que la alineación entre la oferta de servicios de información y los requerimientos de los usuarios sea resultado, posiblemente, de que en el Comité Asesor de la biblioteca están representados los usuarios tradicionales, los investigadores del IVIC.

Sin embargo, los cambios organizacionales teóricamente requeridos para tener éxito en las fases de digitalización en línea son una condición necesaria mas no suficiente para promover el aprendizaje informacional científico y tecnológico nacional. Es decir, al ser «una «organización que aprende» según las pautas teóricas mencionadas por autores como Cornella, 1997; Menou, 2001; Sánchez, 2004, los gestores modifican lo que es la caracterización de los usuarios y usos, consolidando datos que muestran dificultades para el análisis histórico, como series continuas. Encontramos, pues, al graficar los datos, que la curva de usuarios si bien creció entre 1997 y 2001, también señala una tendencia hacia la disminución entre 2001 y 2003. Podríamos hacer nuestra la famosa frase de Cornella de la «paradoja de la productividad»o insistir en lo que nos dice el sentido común de que las nuevas maneras de organizar la presentación de usuarios y usos se traduce en dificultades en la lectura de dichos datos.

Pero, como bien es sabido, una fase de cambio organizacional puede superponerse con el comienzo de nuevas fases como la que se propone desde el mismo año 2003, como comentamos anteriormente. Para esta fecha, en el contexto de las redes avanzadas CLARA se destaca el proyecto de Bibliotecas

Digitales, y la BMR del IVIC como uno de sus miembros fundadores, lo cual viene a significar su ingreso en una nueva fase de digitalización orientada al trabajo colaborativo interinstitucional característico de la Ciencia-e, que genera nuevos desafíos organizacionales para cada miembro y para los usuarios.

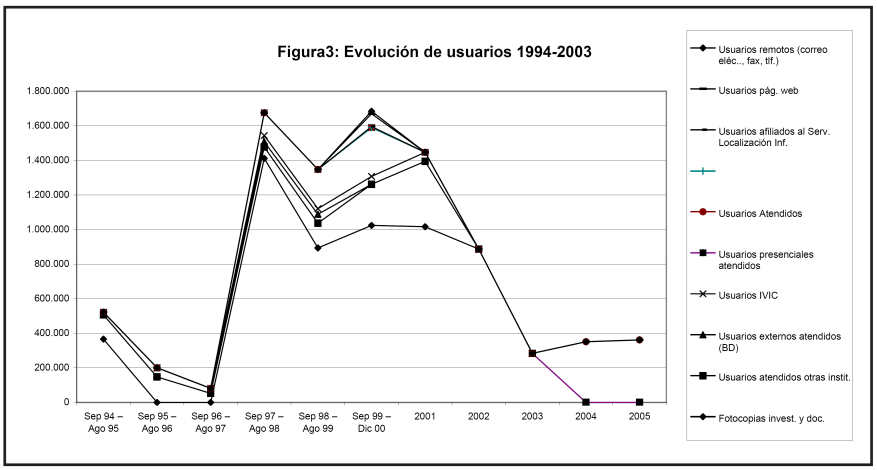



**Figura 3:** Evolución de usuarios 1994-2003.
**Fuente:** IVIC Informes anuales Elaboración propia.

En este sentido, bien podría nombrarse como tercera fase aquella que dio inicio en el año 2003, cuando se comienza a participar de la cogestión de un proyecto nacional orientado a generar un consorcio de bibliotecas digitales. La consulta de los informes anuales, entre 2004 y 2005, permite reconocer cómo se comportaban las cifras de los usuarios y se observa, sin llegar a los valores del año 2001, que se retoma la tendencia a un crecimiento moderado de la cantidad de usuarios en línea.

| | 97 –98 | 98 – 99 | 99 – 00 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Usuarios Atendidos | 138.425 | 145.410 | 357.029 | 430.153 | 375.970 | 370.000 | 351.000 | 361.595 |
| Focopias con fines de investigación | 1.412.042 | 893.809 | 1.024.231 | 1.016.656 | 887.049 | 283.643 | | 646.139 |

**Tabla I:** Evolución de usuarios en línea y fotocopias de la BMR 1997-2005).
**Fuente:** IVIC Informes anuales Elaboración propia.

El gráfico anterior incluye las cifras desde 1997 al 2005 y en él se pueden apreciar los cambios de infoestructura e infocultura de la segunda fase de digitalización de la biblioteca correspondiente al contexto del acceso en línea,

que contribuyó a generar la infoestructura como condición necesaria para poder adquirir el aprendizaje informacional de literatura científico-técnica e industrial, mas no la infocultura  prácticas diferentes dos años después. El hecho de que la práctica de los usuarios de sacar fotocopias siga siendo mayor que el aprovechamiento del nuevo servicio de acceso remoto al documento digital, sugiere que es indispensable insistir en la necesidad de fomentar, entre los usuarios locales, nacionales y regionales, la alfabetización informacional científica de nuevas prácticas en línea, objetivo estratégico en cualquier política pública hacia este sector que persiga la apropiación del buen uso de las TIC. Sólo así podría el proyecto de Consorcio de Digitalización de Bibliotecas ser condición necesaria y suficiente para lograr la nueva misión que describiremos más adelante. Consideremos que el estudio antes mencionado (Plaz & Rodríguez, 1997) de tres instituciones autónomas y pioneras ya mostraba reconocidas limitaciones normales de los usuarios, cualesquiera que fuera el sector de actividad, en esta fase inicial de prestación de nuevos servicios TIC, para aprender a apropiarse de los nuevos servicios de información en línea desde su mismo escritorio, lo cual requiere de un aprendizaje informacional socio-técnico con nuevas competencias para la búsqueda y selección de información, sin el soporte del bibliotecario. Es un hecho pues que la práctica de solicitar copias continúa siendo la forma tradicional de consulta. Lo cual indica que aun teniendo acceso en línea, habría en definitiva que cambiar la práctica del usuario.

Otra experiencia que influye en la demanda de los usuarios nos la ofrece la comparación con el proyecto brasileño Portal CAPES –éste ofrece acceso a textos completos y artículos de 11.224 revistas y más 90 bases de datos–,[6] el cual invita a reflexionar respecto a la existencia de limitaciones desde la perspectiva de la infoestructura nacional para el acceso remoto por parte de usuarios de otras instituciones que son parte de la comunidad científica nacional, tales como los miembros del Convenio Integral de Cooperación Cuba-Venezuela, en el marco del nuevo modelo de integración regional ALBA, que busca fomentar comunidades virtuales o los nuevos procesos de educación universitaria inscrita en nuevas leyes de educación nacional como la LOE.

Necesitamos, pues, estudiar esas experiencias y evaluar las típicas maneras de negociación con las editoriales, lo cual depende en muchas ocasiones de pautas nacionales en las que cada institución compra y contrata individualmente sus servicios para usuarios locales, duplicándose y triplicándose así los costos en el plano nacional y regional.

[6] Portal de CAPES. http://www.periodicos.capes.gov.br/portugues/index.jsp

## Hacia la integración nacional de las bibliotecas universitarias: tercera fase de la digitalización de la Biblioteca Marcel Roche

*Independencia cultural significa dos cosas: obligación de crear, y derecho a elegir. De lo que se hace en el Norte vamos a elegir lo que nos parezca conveniente; vamos a tomarnos esa gran responsabilidad. Y vamos a tratar de crear lo que falta. Elegir en vez de aceptar no es fácil. Crear, mucho menos…*

*Oscar Varsavsky*

La tercera fase del proceso de digitalización está asociada a una nueva reestructuración organizacional bajo la figura de consorcio que resultará del proyecto de Red Nacional de Bibliotecas Digitales IVIC UCV-FONACIT-UC-UNA-UCLA-UDO-ULA-USB-UPEL-UNEXPO/Barquisimeto-UNEMC-UBV- Universidad Yacambú.

De acuerdo a los estudios sobre el impacto en las estructuras organizacionales de la adquisición y desarrollo de colecciones en línea, los procesos de reestructuración organizacional suelen ser resultado de: a) llegada de un nuevo director, b) cambio de personal (ganancias o pérdidas) diferentes al director, c) introducción de nueva tecnología, usualmente agregando módulos a un ILS (por las iniciales en inglés de Sistema Integrado de Préstamos) existente o introduciendo un nuevo ILS, d) participación en una red o consorcio, o e) tratando de reducir la jerarquía en la biblioteca (Fisher, 2001). La tercera fase en nuestro caso resulta de la meta de establecer un Consorcio orientado a generar una biblioteca virtual que dé acceso remoto a una comunidad nacional.

La práctica y la experiencia tienen un papel importante en los estudios que se han hecho sobre aprendizaje organizacional de las TIC. El potencial de estas tecnologías para generar procesos de disminución de costos, eficacia y eficiencia, calidad y acceso, demandados por los actores locales y nacionales de las bibliotecas académicas, requiere de un aprendizaje dinámico para romper con las barreras al cambio organizacional.

La revisión de los primeros años del proceso de implantación de las TIC en la BMR indica que se ha desarrollado esa competencia de responder a la presión hacia mejoras continuas como resultante de la demanda de los investigadores. En esa primera fase se utilizaban servicios que hoy podrían clasificarse como pre TIC, pero esa práctica de excelencia en los procesos de construcción de una biblioteca científica se reprodujo en fases posteriores. Esta calidad de servicios no fue sólo reconocida por la UNESCO, sino reseñada en una de las principales revistas regionales, *Ciência da Informação*, en una nota editorial que se refiere al significado de la BMR en el contexto de la sociedad del conocimiento anunciada por Alvin Toffler en *La Tercera Ola*: «Venezuela se

enorgullecía de contar con una élite de investigadores en su Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) y de tener la mejor biblioteca de ciencia y tecnología de América Latina, ambiente propicio para una producción científica relevante» (Miranda, 1998. Traducción nuestra).

En la tercera fase de digitalización, el desafío que encara la BMR es pasar de una gestión organizacional a una gestión interinstitucional. El reconocimiento de la necesidad de un proceso de gestión interinstitucional como proyecto prioritario de la BMR se refleja a través de la participación de su Directora como miembro de la Junta Directiva de ANABISAI (2000-2006). Asimismo, la BMR ofrece apoyo en plataformas TIC a la misma organización que la alberga y contribuye a la construcción del Directorio Electrónico de la Organización (2001); participa además en el Catálogo Colectivo de Publicaciones Periódicas en formato electrónico (2004) y organiza el II, III, IV Simposio Virtual Latinoamericano sobre Servicios de Información (2002-2004).

La BMR tuvo una participación activa en la definición e instrumentación del Plan Operativo 2004-2006 de ANABISAI, entre cuyas metas se encontraba desarrollar e implantar el Proyecto de la Red Digital de Bibliotecas, a través de un portafolio de actividades que incluía: «Proyectos de tesis electrónicas», el «Proyecto de Compra Consolidada de Publicaciones Seriadas» y la «Colección Nacional de Publicaciones Seriadas» en formato electrónico. En la primera etapa del Plan Operativo se propuso elaborar las estrategias institucionales para la gestión de información electrónica, consolidar una «*core collection*» con las colecciones impresas de la Universidad Central de Venezuela, la Universidad de Los Andes y el IVIC, y suscribir bajo la modalidad de consorcio la «*core collection,*» con licencia nacional (ANABISAI, 2004). Pero, estas metas, casi todas muy completas, , se quedaron en su mayoría en buenas intenciones por las dificultades que tienen las bibliotecas científicas al estar inscritas en unas instituciones como las universitarias, con autonomía administrativa respecto de una política pública, y por tanto estar renuentes a cambiar sus estructuras administrativas pre-TIC.

Los acuerdos interinstitucionales de las bibliotecas de las universidades para el año 2002 se inscriben en aquellos aspectos que no modificaban las estructuras organizativas y se tradujeron en mejoras para el sector universitario nacional. Por ejemplo, leemos que «*... 11 de las 37 universidades públicas suscriben a más de 7000 revistas científicas a un costo de US$12 millones por año. Esto ha sido posible por las negociaciones del consorcio. No todas las universidades venezolanas son miembros del consorcio, pero su membresía está creciendo. A medida que crezca, esperamos obtener un acuerdo aún mejor con los proveedores y editoriales* (Bashirullah, 2002. Traducción nuestra). De concretarse el proceso de implantación de la plataforma virtual que ofrecerá Reacciun 2 a las universidades inscritas en el proyecto de digitalización, significaría la posibilidad de prestar el servicio a más de quinientos mil estudiantes cursantes

en las universidades del sector público (Bashirullah & Jayaro, 2006).

La demanda potencial es incluso mucho mayor si se tienen presentes las políticas públicas orientadas a incrementar el número de estudiantes universitarios a través de nuevas universidades y misiones como la Misión Sucre. En la XXI Asamblea Ordinaria de ANABISAI 2005, en la Universidad Central de Venezuela (UCV), un representante de la Oficina de Planificación del Sector Universitario (OPSU) expuso las acciones de este organismo en relación con el proceso de enseñanza-aprendizaje en las instituciones de educación superior a través del Proyecto Alma Mater.[7] Para ello definieron un «Modelo de selección y adquisición de libros de texto» el cual fue validado por la ANABISAI para afectar una población objetivo de más de seiscientas mil personas (Parra, S, 2005) (CNU-OPSU, 2007).

En la evolución de la BMR que hemos reseñado, se constata que su organización incluyó el aprendizaje tecnológico requerido a objeto de satisfacer las necesidades de información de los usuarios tanto internos como externos al IVIC, generando en el proceso un «saber cómo» (*computer literacy*) y un «saber para qué» (*empowerment)* o dominio de la herramienta, que permiten el logro de sus fines ulteriores, característico de los procesos de aprendizaje tecnológico organizacional en espacios institucionales (cf. Vessuri, 1997).

A partir de 2005 la estrategia de la BMR fue establecer prácticas cooperativas para la adquisición de publicaciones electrónicas y la creación de un consorcio se afirmó como un primer paso hacia la viabilización de un proceso de digitalización de las organizaciones bibliotecarias con un sentido estratégico. No obstante, desde una perspectiva teórica la digitalización de una biblioteca implica que la misma tiene sistemas de acceso y transferencia de información digital organizada bajo parámetros técnicos, estructurados en torno a una colección de documentos digitales de diversa índole y soporte, a partir de los cuales se ofrecen servicios interactivos de valor añadido para el usuario final. Se trata, pues, de un entorno que debe estar en capacidad de ofrecer un conjunto de colecciones, servicios y trabajo de profesionales para gestionar el ciclo de vida completo de la creación, diseminación, uso, preservación de datos, información y conocimiento de documentación digital, y no limitarse a la adquisición de colecciones.

Es urgente que se establezcan políticas públicas nacionales enmarcadas en las directrices internacionales relativas a la alfabetización informacional. Obviamente se requiere una fuerte inversión, aunque no se pueda equiparar a la que por más de tres décadas han realizado los países industrializados, para orientar su desarrollo. Entre las principales conclusiones del informe «Pers-

[7] Proyecto Alma Mater http://www.universia.edu.ve/almamater/cuadernos_opsu.htm

pectivas de la OCDE hacia las TIC-2004» se esperaba un crecimiento a nivel mundial para el año 2006 del 6%, como resultado del incremento del gasto mundial de 5,3% entre 2000-2005. Según el informe, China gastaría el 22% anual e India y Rusia, 23% y 25% respectivamente. Por otro lado, el valor añadido de las TIC para todo el sector industrial sería del 9%; y las empresas del sector obtendrían un ingreso del 20% más que en el 2000 (OCDE, 2004). Los países de la OCDE han logrado un mayor nivel de acceso a las TIC, de capacitación básica en la materia y de contenidos más sofisticados. Éstos se han centrado en mejorar las capacidades y contenidos más avanzados soportados en la banda ancha, sin dejar de invertir en la I&D y la innovación. El sector transformado por este campo científico-técnico incluye bienes, servicios y contenidos digitales -creación, distribución y acceso. En este contexto, el sector bibliotecario necesita ser incluido como parte de los procesos de construcción de la economía del conocimiento, como una inversión que será aprovechada no sólo por los investigadores sino también por los empresarios que requieren de la información para incrementar su capacidad científico- técnica.

## A manera de conclusión

El uso de las TIC como una manera de incrementar la probabilidad de que se cumplan las directrices internacionales relativas al acceso y la alfabetización informacional es uno de los aspectos más resaltantes de las políticas públicas internacionales hacia el sector bibliotecario.

En el caso de la BMR-IVIC, los informes anuales muestran la misma tendencia relativa hacia el crecimiento apoyado en las TIC. Sin embargo, la curva de crecimiento de usuarios es muy suave si se la compara con el crecimiento que han tenido otros proyectos similares como el realizado por Brasil (CAPES), el cual ofrece acceso a textos completos y artículos de 11.224 revistas y más de 90 bases de datos, a casi 20 instituciones que han triplicado el acceso a las bases de datos de las revistas.

Mas el que se concreten los planes de compra consolidada, o el proyecto de dar soporte telemático a través de Reacciun 2 escapa del poder de esta organización a título individual. Todo dependerá de la disposición a actuar en conjunto de las instituciones universitarias, en el corto y mediano plazo, y por supuesto de una política pública que presione en cuanto a motivar los cambios organizacionales en estos nuevos paradigmas sociotécnicos asociados a la digitalización.

En los cambios de estructura de gestión de las TIC recientemente se incluyeron alternativas sociotécnicas vinculadas a los modelos de negociación del *Open Access* y el software libre. Como cierre de este trabajo, es oportuno citar la ponencia «La democratización del conocimiento», presentada por Gabriela Ortúzar, directora del Sistema de Servicios de Información y Bibliotecas (SISIB)

de la Universidad de Chile, en un evento realizado en Chile el año 2005, que tuvo por tema «Libre Acceso al Conocimiento»[8]. Allí se refleja claramente una opinión muy frecuente en la región frente a estos problemas.

> *«Se calcula que cada 12 meses se publican 2,5 millones de artículos, de los cuales el 80 por ciento se encuentra disponible en formato electrónico. Pero el problema es que las revistas suelen cobrar altos precios por acceder a dichos sitios, amparándose en su dominio de los derechos de autor: los artículos pueden llegar a costar más de 90 dólares cada uno. A esto los editores suman barreras tecnológicas, pues encriptan las obras digitales y las dejan fuera de dominio público. ¿La solución? Modelos alternativos que otorguen libre acceso a ciertas obras para fines científicos y educativos. Iniciativas de este tipo ya están desarrollándose.»*

En definitiva, el rumbo de las transformaciones en las organizaciones bibliotecarias como la BMR, parece orientarse a fortalecer el acervo documental científico-técnico nacional bajo el formato del acceso libre al conocimiento, contribuyendo así a ampliar la visibilidad y accesibilidad de los resultados de la investigación y fortaleciendo de paso la alfabetización informacional y científica.

## Bibliografía

Albagli, S., Maciel, M. L. 2004. Informação e conhecimento na inovação e no desenvolvimento local. Ciência da Informação, Vol. 33, N° 3. Brasil

(ANABISAI): Asociación nacional de directores de bibliotecas, redes y servicios de información del sector académico, universitario y de investigación; Caracas, Venezuela

- (2002-2004) PLAN OPERATIVO DE ANABISAI , Caracas, Venezuela.
- (2004-2006) PLAN OPERATIVO DE ANABISAI http://www.anabisai
- (2005) XXI ASAMBLEA ORDINARIA, 28 y 29 de abril de 2005, Universidad Central de Venezuela (UCV)

http://www.anabisai.org.ve/secciones/asambleas/xxii/agenda.htm

Bashirullah Abul (2002) *Science* 12 April 2002: Vol. 296. no. 5566, pp. 262 - 263http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/296/5566/262b

Bashirullah, A., Jayaro, X. (2006) Consortium. A solution to academic library services in Venezuela Library Collections, Acquisitions and Technical Services V. 30- 102.107

BIREME/OPS/OMS: (1999) «Guía 1999 para el desarrollo de la Biblioteca Virtual en

[8] http://www.periodismo.uchile.cl/noticias/2005/coloquiobetort.html

Salud» - I Reunión de Coordinación Regional de la BVS 30 de Noviembre 1999., Washington; USA http://www.bireme.br/bvs/reuniao/doc/guia1999_3.htm.

Bohmerwald, P. (2005) Uma proposta metodológica para avaliação de bibliotecas digitais: usabilidade e comportamento de busca por informação na Biblioteca Digital da Puc-Minas, Ciência da Informação V. 34, N° 1, Brasil.

Calhoun, K. (2003) Technology, productivity and change in library technical services Library Collections, Acquisitions and Technical Services Volume 27, Issue 3.

Cornella, A. (1997) Los recursos de Información, Mc Graw-Hill de Management, España.

CMSI-WSIS (2003) Document WSIS-03/GENEVA/DOC/5-E 12 December 2003 http://www.itu.int/wsis/docs/geneva/official/poa.html

CNU_OPSU (2007) http://www.cnu.terna.net/

Day, G, Shoemaker, et al. (2001) Gerencia de Tecnologías emergentes, Edit. Vergara, Chile.

Declaración de Berlín (2003) Tecnologías de Información para el Acceso Equitativo a la Información, Conference on Open Access to Knowledge in the Sciences and

Humanities 20 - 22 Oct 2003, Berlin http://biblioteca.uam.es/documentos/berlin.pdf

Fisher, W. (2001) Impact of organizational structure on acquisitions and collection development Library Collections, Acquisitions and Technical Services Volume 25, Issue 4.

IBCT, 2005. Atuação do IBICT e os Open Archives

http://www.ibict.br/secao.php?cat=Biblioteca%20Digital%20Brasileira

IVIC Informe Anual 1995-2005, Venezuela: http://www.ivic.ve/informe/

Jayaro, Xiomara (2005) Situación Compra de Publicaciones Seriadas y Bases de datos XXI ASAMBLEA ORDINARIA, 28 y 29 de abril de 2005, Universidad Central de Venezuela (UCV) http://www.anabisai.org.ve/secciones/asambleas/xxii/agenda.htm

MCT (2005) Plan Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (PNCTI, 2005). Ministerio de Ciencia y Tecnología http://www.mct.gob.ve/uploads/biblio/Plan%20Nacional%20de%20CTI.pdf

Menou, M. (2001). «*IsTICometros: Hacia una visión y proceso alternativo*.» Ponencia presentada en el Seminario sobre Indicadores de la Sociedad de la Información y Cultura Científica. RICYT & Observatório das Ciências e das Tecnologias (OCT), Lisboa, Junio. http://funredes.org/olistica/documentos/doc2/isticometros.html

Miranda A. (1998) Editorial Revista Ciências da Informação 27-1, http://www.ibict.br/cienciadainformacao/viewarticle.php?id=381&layout=html

OCDE (2001) Towards a Knowledge-based Economy STI Scoreboard 2001: OECD Publishes its Latest Science, Technology, and Industry Indicators.

OCDE (2004) Perspectivas de la OCDE hacia las Tecnologías de la Información (2004) http://www.oecd.org/dataoecd/35/27/37765547.pdf

OCDE (2005) Indicadores de ciencia tecnología e industria http://www.oecd.org/dataoecd/60/56/35467674.pdf

Páez, I. (1992) Pautas para la investigación de usuarios y de información en el ambiente universitario. En Silvio, J. (Comp.). Calidad, Tecnología y Globalización en la Educación Superior Latinoamericana. Caracas: Ediciones CRESALC-UNESCO.

Parker, S. (2006) Editorial. 275 The World Library And Information Congress: 72nd IFLA General Conference and Council, held in Seoul, Korea. www.ifla.org/V/iflaj/IFLA-Journal-4-2006.pdf

Parra S, M.J., (2005) Proyectos educativos, Ministerio de Educación Superior-OPS CNU. XXI ASAMBLEA ORDINARIA, 28 y 29 de abril de 2005, Universidad Central de Venezuela (UCV) http://www.anabisai.org.ve/secciones/asambleas/xxii/agenda.htm

Plaz Power, I. y Rodríguez, L.G. (1997) La incorporación de la telemática en las instituciones académicas afectadas por el programa de modernización de CONICIT. CONICIT, Informe Técnico del Proyecto S1-2570 del CONICIT, Caracas, (110 págs). http://www.ivic.ve/estudio_de_la_ciencia/?mod=pub_ip.php

Plaz Power, I. & Vessuri, H. (2000) La Telematización de la Educación Superior en Venezuela, entre la Equidad y la Exclusión, Revista Educación Superior y Sociedad, IESALC/ Unesco, Caracas, Vol 11. N 1 y2, 2000, pp.158-179.

Plaz Power I. y Vessuri H. (2004)»Estudio sobre los proyectos en tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en centros de investigación científica: caso IVIC». (4 partes 74 págs) http://www.ivic.ve/estudio_de_la_ciencia/TemaICTTIC.htm

PNUD. 2002. Informe sobre Desarrollo Humano en Venezuela 2002: Las Tecnologías de la Información y la Comunicación al Servicio del Desarrollo. (http://www.pnud.org.ve/idhn_2002/idhn_2002.htm)

Ramírez, O. e Mirabal, R. (2002) Análisis de los actuales servicios de información para los centros de investigación. Revista Ciências da Informação, V. 31, N° 2, Brasil

Sánchez Avellaneda, M. del R. (2004) La biblioteca como una organización que aprende. Biblioteca universitaria: Revista de la Dirección General de Bibliotecas nueva época, julio-diciembre 2004, vol. 7(2):pp. 100-109.

Santos Jiménez, M., Cabrales Hernández, G., Rojas Mesa, Y., Chaviano Santillán, G., Aldana, J. (2006) La Open Archives Initiative en el ámbito de la bibliotecología y las ciencias de la información: La experiencia del Eprints - Library and Information Science (E LIS) http://eprints.rclis.org/archive/00007841/01/oai_santillan.pdf

Schmolling, R. 2001 Las Bibliotecas Virtuales en Alemania conexiones entre el saber, la información, y la técnica, EDT Anales de la documentación N. 4, pp, 229-242.

Souza Costa, S. M. de (2006) Filosofia aberta, modelos de negócios e agências

de fomento: elementos essenciais a uma discussão sobre o acesso aberto à informação científica.Revista Ciências da Informação V. 35, N° 2, Brasil

Tascoott, D. & Caston, A. 1995. Paradigmas empresariales, McGraw-Hill, Venezuela

Torres, G. (2003) Hacia un modelo de los Servicios de la biblioteca digital http://www.ejournal.unam.mx/iibiblio/vol17-35/IBI03503.pdf

Varsavsky Oscar (1968) Facultad de Ciencias en un país sudamericano Conferencia dictada en la Universidad Central de Venezuela, http://www.oei.es/salactsi/varsavsky.ht

Vessuri, H. 1997 Aprendizaje científico técnico y cambio cultural en Venezuela: Un enfoque microsociológico. Redes. Vol. IV, Nº 9, Buenos Aires, abril de 49-77. Reproducido en: http://www.campus-oei.org/salactsi/aprendizaje.htm

Vessuri, H. & Plaz Power, I (2005) Papagayos para los estudios sociales de la ciencia: bases de datos referenciales de bibliografía y documentación sobre la agenda de proyectos de los estudios sociales de la ciencia. http://www.ivic.ve/estudio_de_la_ciencia/

Virkkunen, J. /& Kuutti, K. (2000) Understanding organizational learning by focusing on» activity systems, Journal Accounting, Management and Information Technologies, Volume 10, Number 4, October 2000, pp. 291-319(29)

# CAPÍTULO 16

# La investigación científica: una base para la exportación de *software* en Uruguay

Jorge Vidart

Profesor Titular Honorario de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República
Presidente Ejecutivo de Tilsor S.A. Uruguay
jorge.vidart@tilsor.com.uy

## Resumen

A fines de la década del 90 Uruguay «descubrió» que se había convertido en el primer exportador de software y servicios asociados de América Latina. La noticia sorprendió a la prensa y al ámbito político, quienes no esperaban un desempeño tan significativo, de un sector tecnológico sin ninguna promoción, ni apoyo oficial. Esto fue una consecuencia natural del proceso de transferencia desde el ámbito académico hacia el ámbito industrial que insumió 15 años, como sucede en la mayoría de los países desarrollados.

La informática universitaria tuvo en el Uruguay un comienzo temprano a nivel regional. Su evolución puede ser analizada en tres etapas consecutivas: **Época Fundacional** (1966-1973), **Edad Media** (1973-1985) y **Tiempos Modernos** (desde 1985 hasta el presente)

## Prehistoria

La **Época Fundacional** fue producto de la conjunción de dos hechos complementarios. El primero fue la inquietud del Profesor Rafael Laguardia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (UR), quien, habiendo establecido un convenio con la empresa eléctrica estatal UTE para la elaboración de modelos matemáticos computacionales del sistema de generación de energía del país, veía la necesidad de que la Universidad encarara de manera formal la preparación de profesionales en el área de la Informática. Esta inquietud fue compartida por el Rector de ese período, el Ing. Oscar Maggiolo, quien creó el Centro de Computación de la Universidad de la República (CCUR).

El segundo hecho fue resultado del desmantelamiento, en 1966, de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires de la República Argentina, y en particular de su Centro de Cálculo, por la dictadura militar. Dicho Centro, que ya disponía de una computadora de origen inglés, contaba con más de 70 profesionales, los que, en su gran mayoría, fueron despedidos o renunciaron a sus cargos. El Ing. Maggiolo tomó contactó con quien era el Director, el Dr. Manuel Sadosky, contacto del cual resultó la participación de este último como consultor en la conformación del CCUR.

## Centro de Computación de la Universidad de la República (CCUR)

El CCUR inició sus actividades en el año 1967, con un pequeño grupo docente de dos Asistentes de Profesores y varios Ayudantes (quien esto escribe era uno de dichos Asistentes). Todo estaba por hacerse. Se impulsó el uso de la informática en proyectos de investigación y desarrollo. Se creó la primera carrera universitaria en el área, que comenzó su funcionamiento en 1968.

Mediante una licitación pública se adquirió una computadora. La ganadora de la compulsa fue una máquina IBM 360 modelo 44, especialmente diseñada para uso universitario por su velocidad en el procesamiento. Se continuó con el convenio con UTE en el procesamiento de los modelos de optimización del sistema hidroeléctrico de la cuenca del Río Negro. Se estableció un nuevo convenio con el Instituto Nacional de Estadística para el procesamiento del último censo general del Uruguay, cuyos resultados se obtuvieron en tiempo record.

En ese período fundacional se incorporó a la dirección del CCUR el Ing. Luis Osin, quien contaba con una maestría obtenida en los Estados Unidos de América. Era imperioso disponer de una carrera universitaria y, para el diseño de la misma, se utilizaron las pautas definidas por la «Association for Computing Machinery» (ACM). No se disponía de docentes especializados, así que, con cierto criterio aleatorio, se distribuyeron las asignaturas entre los integrantes del CCUR y se dieron un plazo de un año para preparar su dictado. En esa época no faltaron los casos de docentes de asignaturas iniciales que fueran a su vez estudiantes de materias avanzadas. El resto de la Universidad comenzó a hacer uso intensivo de las facilidades computacionales de CCUR, en particular en proyectos de ciencias básicas como Física, Química, Meteorología, entre otras.

En [Bermúdez- Urquhart 03] se puede encontrar un exhaustivo análisis de este período fundacional.

El CCUR editó un boletín informativo -se consiguió publicar tres números- donde se presentaba su organización, sus objetivos y sus cursos [CCUR 70], los proyectos de investigación y desarrollo, y el uso de la computadora [CCUR 71], y la descripción de algunos proyectos en particular, como el asesoramiento a UTE, el tratamiento automático del lenguaje natural, etc [CCUR 72].

A comienzos de la década del 70, la Ing. Dolores Alía de Saravia asume la dirección del CCUR, remplazando al Ing. Osín, quien partió para el exterior.

## Edad Media

En setiembre de 1973, la dictadura instalada en el Uruguay unos meses antes, interviene la Universidad, y cambia sus principales autoridades. El CCUR recibió una atención especial de las nuevas autoridades militares, y sus integrantes fueron retenidos como prisioneros en una comisaría policial, y llevados a trabajar todos los días, sin poder ir a sus respectivos hogares. (parece que temían que hubiera información confidencial en aquellos famosos discos magnéticos). Este es el comienzo de la segunda etapa, que los vinculados al área llamamos la **Edad Media** por ser como su homónima en Europa, un período negro, además de una etapa intermedia. Se cambió radicalmente aquella mística de creatividad de la época fundacional por el autoritarismo, las prohibiciones y las reglas militares.[1] La carrera perdió empuje, y se reforzaron las asignaturas técnicas en detrimento de las teóricas.

## Tiempos Modernos

En 1985 se produce la restauración democrática en el Uruguay. La Universidad de la República retoma su tradición de autonomía, y son instaladas nuevas autoridades en representación de los tres órdenes universitarios.

En el CCUR se produce una renovación sustancial del plantel docente, y comienza el lento retorno de la diáspora que había producido la dictadura. Los antiguos docentes del CCUR habían emigrado a USA, Canadá, Francia, Suecia, Holanda, Italia, Venezuela, etc.

Desde el punto de vista institucional el CCUR había dejado de ser un organismo central de la Universidad para convertirse en un Instituto más de la Facultad de Ingeniería, y pasó a llamarse Instituto de Computación (INCO)

En el año 1986 el panorama del INCO se presentaba como altamente preocupante. Contaba con un solo Profesor Adjunto Grado 3, Juan José Cabezas, que poseía una Maestría en Computación de la Universidad de Gotemburgo de Suecia, algunos Asistentes Grado 2 y un conjunto significativo de Ayudantes Grado 1.

[1] Por ejemplo, a comienzo de los 80, época en que el autor de esta nota era profesor de la Universidad Simón Bolivar en Venezuela, se le prohibió su ingreso al CCUR para dictar una conferencia sobre Programación en Lógica e Inteligencia Artificial, solicitada por los estudiantes. Finalmente la conferencia se dictó un sábado lluvioso en el Sindicato de la Bebida, donde asistieron más de 100 estudiantes.

La carrera universitaria tenía un plan de estudios obsoleto, donde la carencia de asignaturas en temas básicos condicionaba la formación profesional de los estudiantes.

No se contaba con ningún grupo serio de investigación, y todas las tareas del plantel estaban concentradas en la actividad docente. En cuanto a los estudiantes, ya había comenzado el proceso de crecimiento sustancial de la matrícula en las carreras de Computación, y eso producía un impacto en la Facultad de Ingeniería que veía con preocupación que casi un 50 % de sus estudiantes elegían esta nueva carrera.

Ante esta multiplicidad de problemas, el Ing. Luis Abete, entonces Decano de la Facultad de Ingeniería, reunió a Juan José Cabezas con algunos de los ex docentes que habíamos participado en la época fundacional, para analizar las acciones a tomar. La intención era convertir al INCO en un centro del nivel académico similar a los otros de la Facultad. Las principales 'líneas fuerza' a desarrollar se definieron claramente: formación y capacitación de docentes; formulación de un nuevo plan de estudios; formación de grupos de investigación; reclutamiento de nuevos docentes.

## Exportación de software

Quince años después, en el cambio de siglo, Uruguay «descubría» que se había convertido en el primer exportador de software de América Latina, con ventas al exterior por un monto de unos 100 millones de dólares. Para el mundo político y el periodístico fue toda una novedad. ¿Cómo era posible que un sector que no había recibido ningún apoyo oficial, como sí lo habían recibido otros sectores, aparecía como lider regional, y abriera para el país una corriente exportadora de productos y servicios no tradicionales? Los periodistas de aquella época destacaban las opiniones de los empresarios exportadores quienes señalaban que la clave para haber obtenido tales resultados radicaba en la disponibilidad de excelentes profesionales universitarios que contaban con una formación de primer nivel y actualizada.

En la actualidad la situación se ha ido consolidando en la línea exportadora de software y servicios, aunque ya no es el principal exportador de la región. Sin embargo varios países latinoamericanos ponen, internamente, como ejemplo al caso uruguayo y tratan de imitarlo. Varias son ahora las universidades uruguayas que ofrecen carreras en computación complementando lo que realiza la Universidad de la República, todas ellas poseen programas de estudio actualizados y modernos con fuerte formación básica. El plantel docente de las Universidades cuenta con más de veinte doctores y más de cuarenta magisters con alta dedicación. Esto facilita y posibilita que se lleve a cabo una fuerte actividad de Investigación en el ambiente académico.

## M@de in Urugu@y

> *«La industria de software ha sido la única en Uruguay en multiplicar por 20 sus exportaciones en poco más de 10 años, pasando de ventas por unos US$ 5 millones en 1993 a US$ 104,5 millones en 2005, según un informe de la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información (CUTI).*
>
> *A fuerza de buenas ideas y de personal calificado, la industria uruguaya del software se ha transformado en uno de los sectores más pujantes de la economía. Aunque de momento representa el 3% de lo que exporta el país, las metas a mediano y largo plazo son promisorias. De cualquier modo el camino recorrido ya merece un aplauso: en 10 años el sector multiplicó por 20 sus ventas al exterior.»* [OBSERVA 05]

No fue un milagro a la uruguaya. Al menos cuatro son las acciones fuerza que coadyuvaron para que se llevara a cabo este proceso de cambio tan radical y exitoso.

En primer lugar cabe destacar la tenaz y tozuda postura del INCO, dirigido por Juan José Cabezas, en llevar adelante una política de reforzamiento interno, en una Facultad que veía con preocupación cómo un conjunto de «muchachitos» llevaban adelante un instituto y una carrera que, cuantitativamente, eran los más importantes de la Facultad. Fue un largo proceso de adecuación, donde la tenacidad de la gente del INCO, les permitió ganarse el posicionamiento que actualmente cuentan en Facultad.

En segundo y tercer lugar fueron muy significativos los aportes realizados al INCO por dos instituciones que aparecieron en la década del 80: el PEDECIBA, y la ESLAI; y en cuarto lugar, el invalorable aporte de los uruguayos de la diáspora en el exterior. Desde sus puestos de trabajo en universidades en Canadá, Francia, USA, Suiza, y otras, ofrecieron su colaboración desinteresada para llevar adelante el proceso de renovación y actualización del INCO.

## El PEDECIBA

La reinstalación democrática en el Uruguay, no sólo produjo cambios a nivel político, sino que llevó a repensar el futuro estratégico del país, y fueron varios los que coincidieron en imaginar una fuerte participación de la ciencia y la tecnología como fuentes indispensables para el desarrollo. En particular el director del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el español Pedro Mercader, desde la oficina en Uruguay, comenzó a propiciar la creación de un Programa para el Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA). En un principio las ciencias básicas a promocionar eran las tradicionales: matemática, física, química y biología. El financiamiento inicial vendría del PNUD

y UNESCO quedaría a cargo de la ejecución del programa. El encargado del proyecto por UNESCO fue el Dr. Braulio Orejas quien enseguida comenzó a reunir a uruguayos de la diáspora para definir los alcances y actividades del nuevo programa.

En lo personal, el autor pudo coincidir en Montevideo con una de esas reuniones, y fue invitado por el matemático Enrique Cabaña a participar en la misma. En dicha ocasión pudo plantear la conveniencia para la Informática en ser parte del programa, y estando todas las áreas presentes, hubo acuerdo en que se incluyera como una quinta área. A partir de ese momento la Informática se constituyó en la hermanita menor del programa, siendo vista desde las otras áreas con una mezcla de desconfianza y benevolencia. Luego de una reunión fundacional realizada en el Instituto de Ciencias Biológicas Clemente Estable de Montevideo, el PEDECIBA inició sus actividades. La presencia de reconocidos investigadores de todas las disciplinas involucradas, permitió a su director, el Dr. Roberto Caldeiro Barcia, conformar un programa prestigioso, basado, según las disciplinas, en investigadores residentes en Uruguay, investigadores uruguayos que comenzaron a retornar con el cambio institucional, y en uruguayos radicados en el exterior que ofrecieron un valioso apoyo desde sus instituciones de trabajo. En [PEDECIBA] se puede encontrar una descripción de las actividades de este Programa, así como sus objetivos y estructura.

## Maestría en Ciencias Informáticas

La incorporación de la Informática al PEDECIBA, se constituyó en un factor fundamental para el desarrollo de la disciplina en el Uruguay. En particular permitió accionar en dos de las líneas fuerza mencionadas anteriormente: formación y capacitación de docentes; y formación de grupos de investigación. En ambos casos la participación de los uruguayos en el exterior fue decisiva en este proceso. Para la formación de docentes se inició un proceso de postgrados en el exterior, que permitió a los Profesores Asistentes combinar sus estudios de post grado en universidades extranjeras con sus responsabilidades docentes en el INCO. Se definieron áreas de trabajo e investigación y, dentro de las mismas, se formaron grupos mixtos con residentes locales y de afuera. Eso posibilitó que en el año 1988, en forma tardía respecto a las otras áreas, Informática creara dentro del PEDECIBA un «Magister en Informática». La decisión política de reforzar los aspectos básicos de la disciplina, creando una maestría en ciencias en lugar de una maestría profesional, como se hacía con urgencia en otras universidades de la región, y supuestamente lo pedía el famoso «mercado», fue uno de los motivos de su éxito. Las bases de esta decisión estaban en el convencimiento que, dada la dinámica de los aspectos tecnológicos de nuestra disciplina, la mejor forma de luchar contra la obsolescencia de los profesionales formados en la universidad, era reforzar su formación básica, en los aspectos de matemática, lógica y métodos abstractos. Cinco años, que es el tiempo que lleva una carrera

profesional seria, es un período de muchos cambios tecnológicos. Un programa de estudios válido al comienzo de los estudios de una persona, puede ser tecnológicamente obsoleto cuando llega al final de los mismos. El convencimiento de estas ideas fue lo que llevó a crear la Maestría en Ciencias Informáticas del PEDECIBA, y postergar para varios años la creación de la Maestría Profesional.

La disponibilidad de una Maestría local, permitió que los jóvenes profesores del INCO realizaran sus estudios de postgrado en el país, al mismo tiempo que realizaban su actividad docente, tan exigida por los altos volúmenes de estudiantes que se inscribían año a año..

La ubicación de la Maestría en Ciencias Informáticas dentro del PEDECIBA, permitió a nuestra disciplina estar siempre en comparación con las otras cuatro áreas, y por lo tanto tener un referencial de calidad y exigencia académica de las que ellas, por tener más tradición, siempre dispusieron.

En proceso continuo de crecimiento, y de incremento de objetivos, el área de Informática del PEDECIBA crea un Doctorado en el año 1995. Tanto este programa de postgrado como el de la Maestría adquieren reputación regional, y algunos estudiantes de países vecinos vienen a estudiar en ellos.

Los números son elocuentes. En el período 1998- 2007 se han graduado 70 estudiantes de Maestría y 5 estudiantes de Doctorado. Son múltiples los grupos de investigación en ciencias informáticas, con una fuerte actividad en publicaciones internacionales.

El INCO es el lugar natural de trabajo de los investigadores del PEDECIBA. De esta manera se combinan en el Instituto las actividades docentes con las de investigación, lo que permite aumentar el nivel de los cursos, con clara repercusión positiva en la formación de los profesionales.

## La ESLAI

En el año 1984 el recién instalado presidente argentino Raúl Alfonsin, nombra al Dr. Sadosky como secretario de Ciencia y Técnica de la Nación. Merecido reconocimiento para Sadosky, que pasa de expulsado de la Universidad en 1966 a ser el conductor de la política científica de su país. Entre sus principales proyectos, y dado su continuo interés por el desarrollo de la informática, estaba la creación de un instituto latinoamericano de informática, a semejanza de la exitosa experiencia argentina en el área de la fisica con el Instituto Balseiro.

El objetivo era constituir un centro de primerísimo nivel regional, que tomando anualmente unos 30 estudiantes latinoamericanos con dos años aprobados de estudios universitarios, y seleccionados mediante un muy riguroso examen de admisión, se los formara en un programa de tres años en los temas fundamentales de la disciplina informática. Así se formó la Escuela Superior Latinoamericana de Informática (ESLAI), cuya dirección ejerció el autor de esta nota mientras duró el

proyecto, a solicitud del Dr. Sadosky. Lamentablemente, sin apoyo financiero, la ESLAI debió cerrar en setiembre de 1990, bajo la presidencia de Carlos Menem.

La ESLAI se instaló en un hermoso parque en las proximidades de la ciudad de La Plata, y ofreció un riguroso programa de formación académica. Como docentes contaba con un pequeño y selecto grupo de profesores del país, y con el apoyo de programas internacionales que permitía disponer, en forma temporal, de profesores de otros países, entre ellos de Italia, Francia, España, Inglaterra, Holanda, Suecia, Alemania, USA, Brasil, Chile, Venezuela. Estos profesores, además de encargarse de los cursos regulares de la ESLAI, dictaron más de 30 cursos intensivos de nivel de postgrado que, en forma compacta de unas 30 horas en una semana, se ofrecieron a todos los jóvenes profesores de las universidades de la región sin costo alguno.

La incidencia de la ESLAI en el desarrollo de la informática en el Uruguay se canalizó a través de dos de las líneas fuerza ya mencionadas, la formación y capacitación de docentes, y la formulación de un nuevo plan de estudios para la carrera.

## Cambios en el INCO

Con la participación activa de profesores de la ESLAI, el INCO definió un nuevo Plan de Estudios, con mucho énfasis en la formación básica, y postergando la formación tecnológica a los últimos años, y en muchos casos bajo la forma de cursos optativos.

La formación básica mencionada tiene una fuerte componente en temas matemáticos, en particular en Lógica y Matemática Discreta. Estas especialidades no estaban desarrolladas en el INCO, por lo que se definió un programa especial para la formación de sus jóvenes docentes, esencialmente en Matemática, utilizando los profesores argentinos de la ESLAI (Klimovsky, Cignoli, etc.). Esta formación posibilitó que se incluyeran estas disciplinas en el nuevo plan de estudios, y que se dictaran los cursos, con un alto nivel de especialización.

La participación de los docentes del INCO en los cursos intensivos de nivel de post grado ya mencionados, también favoreció la actualización en el dictado de las otras asignaturas. El disponer de excelentes profesores a nivel mundial, les dio a los docentes del INCO un punto de comparación con lo que estaban dictando, permitiendo mejorar sustancialmente su actividad docente. De esta manera, con un nuevo plan de estudios, y con docentes actualizados en sus especialidades, los estudiantes uruguayos se beneficiaron de un alto nivel de capacitación para su formación profesional.

## Conclusiones

El proceso de gestación y maduración de la Informática en el Uruguay, se produjo gracias a que los participantes académicos en el mismo, tenían muy

claros los objetivos, y supieron mantenerlos con paciencia, a pesar de las urgencias de cada momento. No podemos decir que todos los caminos recorridos estaban fijados de antemano; sería arrogante afirmarlo así. Pero existió la habilidad de ir aprovechando cada circunstancia favorable, e ir definiendo los nuevos caminos, con claridad en las metas. Y estas metas no son, ni más ni menos, que obtener excelencia académica, con repercusiones en los proyectos de investigación y en las actividades docentes.

Muchas veces se habla de la dificultad de establecer relaciones duraderas y fructíferas entre las instituciones académicas y el medio empresarial. Por momentos parece que no hay una clara sintonía entre lo que ofrecen las universidades y lo que necesitan las empresas. Estas necesitan profesionales con experiencia en las tecnologías vigentes, y de las universidades egresan profesionales con buena formación básica y por lo tanto adaptable a las tecnologías vigentes y a las futuras. El modelo que siguió Uruguay se basa en esta segunda concepción, y se tuvo la oportunidad que esto fuera aceptado y luego aprovechado por las empresas.

Con frecuencia se plantea que, para definir e implementar un programa de largo aliento como el realizado en Uruguay, es necesario disponer de un presupuesto sustantivo. Consideramos que no es así. El PEDECIBA en sus primeros años tuvo un presupuesto para Informática de unos U$S 70.000 anuales. Juan José Cabezas recuerda que eso equivale al ingreso anual de un solo investigador senior en los países del primer mundo. Lo que sí hubo fue un buen aprovechamiento de proyectos internacionales, y uso racional de los recursos universitarios.

Sin lugar a dudas que procesos evolutivos como el analizado del caso uruguayo son largos y se necesita mucha paciencia y convencimiento para llevarlos adelante. Las urgencias de cada momento pueden hacer peligrar los proyectos a largo plazo. Hoy en Uruguay se detecta una gran carencia de profesionales para llevar adelante los proyectos de las empresas. ¿Cómo reaccionar? ¿Se deben cambiar los programas universitarios con el objeto de formar profesionales más adaptables al ámbito productivo, o, por el contrario, definir nuevos modelos de distribución del trabajo informático, con la formación de tecnólogos, técnicos y especialistas, que complementen a los profesionales de buen nivel que seguiríamos formando?

La cuestión está planteada, y de las decisiones que se tomen surgirá el modelo que seguirá el Uruguay en los próximos años.

## Referencias

Bermúdez- Urquhart 03. *Salvando la memoria de la Computación en la Universidad de la República a partir de los recuerdos del Profesor Manuel Sadosky*. Reporte Técnico RT 03-19 / 21-11-2003. Facultad de Ingeniería Universidad de la República Oriental del Uruguay

CCUR 70. *Boletín Informativo del CCUR Nro 1*. Noviembre de 1970. Centro de Computación de la Universidad de la República

CCUR 71. *Boletín Informativo del CCUR Nro 2*. Julio de 1971. Centro de Computación de la Universidad de la República

CCUR 72. *Boletín Informativo del CCUR Nro 3*. Diciembre de 1972. Centro de Computación de la Universidad de la República

OBSERVA 05. *EL OBSERVADOR.* 29 de julio de 2005. Montevideo. Uruguay

PEDECIBA. www.pedeciba.edu.uy

# CAPÍTULO 17

## Semblanza de Manuel Sadosky

Jorge Aguirre & Marcelo Arroyo

Dpto. de Computación FCEFQyN, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina;
jaguirre@dc.exa.unrc.edu.ar; marroyo@dc.exa.unrc.edu.ar

### Resumen

Manuel Sadosky fue el introductor de la Computación en la Argentina y Uruguay. En 1960, trajo al país la primera computadora «Clementina», iniciando, un acelerado proceso de desarrollo académico. Siendo Secretario de Ciencia y Técnica de la Nación, fundó la ESLAI Escuela Latinoamericana de Informática. Generaciones de ingenieros y técnicos estudiaron de su libro de cálculo diferencial. Hijo de un modesto zapatero inmigrante, se recibió de Maestro Normal, luego de Doctor en Matemática de la UBA y después completó sus estudios en Europa. Jamás perdió su humildad ni su entusiasmo frente al éxito de sus proyectos académicos o a su ruptura impuesta por cambios políticos.

Bajo la sombra tutelar de su obra nacieron las carreras universitarias argentinas y uruguayas y crecieron las primeras generaciones de informáticos rioplatenses.

Este trabajo se basa en el conocimiento personal, la bibliografía existente, entrevistas y copias de documentos de su archivo personal. Se destaca la importancia de su obra y de su ejemplo. Se muestran mediante anécdotas su humildad y bonhomía inquebrantables, finalmente su metáfora preferida, que nos dejara como mandato latinoamericano.

### Introducción

Manuel Sadosky es considerado uno de los principales precursores de la computación en Argentina y Uruguay y ha tenido una importante influencia en otros países latinoamericanos.

Es de destacar su tenacidad y persistencia para lograr sus objetivos a pesar

de las adversidades encontradas en un país y una región convulsionada por acontecimientos políticos y sociales contradictorios. Su carácter, visión y capacidad de trabajo le permitieron obtener logros que han impactado profundamente en el desarrollo de la ciencia y la tecnología en la Argentina, a pesar de la falta de políticas de estado y las caprichosas discontinuidades tan habituales en la historia de la política científico tecnológica argentina.[1]

Este trabajo resume la historia de Sadosky, sus orígenes, formación, producción científica y participación en el desarrollo de la computación en la Argentina y en otros países latinoamericanos desde las distintas posiciones en que se desempeñó. También trata de rescatar el ejemplo cotidiano que ofrecía Sadosky en múltiples aspectos, su sencillez, capacidad de trabajo, honestidad ilimitada y afectuoso aliento a sus colaboradores y discípulos. El libro «*Honoris Causa, Manuel Sadosky en sus noventa años»* [4] contiene una compilación de trabajos sobre su personalidad, también hacen referencia a su obra, entre una numerosa bibliografía, el trabajo de N. Babini [3] y los capítulos *«Panorama de la historia de la Computación académica argentina»* y *«Los proyectos académicos de desarrollo informático durante el retorno democrático argentino de 1983»* de esta compilación.

## Sus orígenes y formación inicial

Manuel Sadosky nació en Buenos Aires el 13 de Abril de 1914; sus padres eran inmigrantes judíos provenientes de Ekaterinoslav (actualmente Dnepropetrovsk), Ucrania, llegados a la Argentina huyendo el antisemitismo imperante en la Rusia de los zares.[2]

Su padre, modesto zapatero, no escatimó esfuerzos para que sus hijos tuvieran educación profesional, aprovechando el ya desarrollado sistema de Educación Pública Argentino que contaba con una difundida Escuela primaria y media. A su vez la Universidad Argentina iba a alcanzar en 1918, a partir del triunfo de la Reforma Universitaria, una organización muy moderna basada en la gratuidad, la libertad de pensamiento y la periodicidad de cátedra. Este sistema de educación fue un agente importante de movilidad social, que los padres de Manuel habrían de aprovechar para sus hijos. Todos los hermanos Sadosky adquirieron títulos habilitantes y Manuel se graduó como Maestro de Enseñanza Primaria, oficio que ejerció varios años, mientras cursaba estudios universitarios, y que siempre reconocería como su filiación profesional más importante.

---

[1] Una compilación de trabajos sobre las desastrosas consecuencias de la falta de una política de estado en Argentina se encuentra en «Rupturas y reconstrucción de la Ciencia Argentina» [7].

[2] Eran frecuentes los ataques violentos contra judíos que incluían asesinatos, destrucción de viviendas y otros bienes (*pogroms*).

Sadosky inició sus estudios universitarios en la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Buenos Aires (UBA), pero cuando cursaba el segundo año descubrió su verdadera vocación, por lo que se mudó a la Licenciatura en Ciencias Físico Matemáticas. Según sus propias palabras, mencionadas por P. Jacovkis [6], sus grandes maestros fueron Julio Rey Pastor, Esteban Terradas y Alberto González Domínguez.

En 1937 obtuvo su título de Licenciado en Ciencias Físico Matemáticas, con diploma de honor. Inmediatamente inició su posgrado en la UBA, bajo la dirección de Esteban Terradas, en matemática aplicada y en 1940 obtuvo el título de Doctor nuevamente con diploma de honor.

Siendo estudiante de licenciatura inició sus primeras experiencias docentes universitarias como ayudante ad honorem y mientras realizaba su doctorado trabajó en el Observatorio Astronómico de La Plata en temas de matemática aplicada.

Desde 1939 hasta 1946 fue docente auxiliar en la Universidad Nacional de La Plata, hasta que obtuvo una beca del gobierno de Francia para trabajar en el Instituto Henri Poincaré de París. En 1948 fue contratado por el Instituto per le Applicazioni del Calcolo de Roma, Italia.

## Su interés por la computación

Si bien desde muy temprano su interés se focalizó en la Matemática Aplicada y el Cálculo Numérico, fue en Europa donde comenzó a interesarse por la computación, comprendiendo su capital importancia, en la época en que la Argentina aún no había computadoras.

En 1949 regresó a la Argentina y trabajó en el Instituto Radiotécnico de la Universidad de Buenos Aires, hasta 1952 en que renunció por razones políticas.

En 1950, realizó su primera publicación con respecto a la computación, es un trabajo de divulgación del estado del arte [11].

En 1952 publica el libro *«Cálculo Numérico y Gráfico»*[3], con ocho reediciones (1956 a 1973). Su producción científica ya comienza a influir en esa época en computación, aún cuando todavía no se dispone de computadora alguna en el país. Este libro es considerado el primer libro de cálculo numérico en América Latina.

Su obra más exitosa fue el divulgado libro *«Elementos de Cálculo Diferen-*

[3] Este libro se ubica en la transición entre dos épocas; trata del uso de la regla de cálculo, de los ábacos cartesianos y otras herramientas usadas para salvar la complejidad de las operaciones manuales y también presenta a la computadora como la gran herramienta del futuro -a las que llama «cerebros electrónicos»-

*cial e Integral»*, que escribió junto con la Dra. Rebeca C. de Guber. Este libro, en dos tomos mas un anexo que compendiaba las tablas más usadas lo que lo hacía auto contenido, ha sido utilizado por numerosas generaciones de estudiantes de ciencias e ingeniería, quienes familiarmente lo llamaban «el Sadosky Guber». «El Sadosky Guber» ha tenido numerosos reimpresiones en el formato original y actualmente, revisado y en formato de un solo tomo ha vuelto a ser editado (edición Nro. 23 [10]).

## Su regreso a la Universidad

Luego de la caída del gobierno del general Perón, en 1955, Sadosky trabajó en la Universidad de Buenos Aires en las Facultades de Ingeniería y de Ciencias Exactas y Naturales. Finalmente, se desempeña solamente en esta última Facultad al ganar un concurso de Profesor Titular en el Departamento de Matemáticas.

En 1959 fue elegido Vicedecano de su Facultad, acompañando al Decano, Dr. Rolando García. El equipo tuvo una destacada gestión en el decanato hasta el año 1966 (período llamado luego «la época de oro de la Facultad»), una fascinante narración de este período, escrita por sus principales actores, se encuentra en la recopilación de C. Rotunno y E. Díaz de Guijarro [9].

En Exactas, Sadosky dictó principalmente el curso Análisis Matemático I. El respeto y cariño que le tenían sus alumnos muestra su calidad pedagógica y personal. Lograba mantener la atención de los alumnos pese a que provenían de diferentes carreras (química, biología, física y matemáticas) y por lo tanto tenían diferentes intereses.

Sus ex-alumnos guardan un gran respeto y admiración por ese «gran profesor» y sus clases eran ejemplo de que se puede enseñar matemática simultáneamente a personas con una gran vocación y a otras sin mayor interés.

## El Instituto de Cálculo y Clementina

En 1957, la UBA comenzó la construcción de su campus «La Ciudad Universitaria» que formaba parte del plan (trunco) de mudar allí a toda la universidad. Para esa época Sadosky, acompañado por los Doctores Simón Altman (químico que había trabajado con las primeras computadoras de la Universidad de Manchester [2]), Julio Rey Pastor y González Domínguez, matemáticos que comprendían la importancia de contar con una computadora, se habían planteado como objetivo la adquisición de una computadora, la cual podría utilizarse con fines académico-científicos y además para brindar servicios a los diversos usuarios que lo requirieran. Para lograr ese fin, se creó un instituto de matemática aplicada, que serviría de base institucional para el uso y administración de la computadora. El instituto comenzó a funcionar en 1960 aunque fue aprobado formalmente por el Consejo Superior en 1962 bajo el nombre de Instituto de Cálculo [6]. Manuel Sadosky fue su director hasta 1966.

Para la compra de la computadora se solicitó un subsidio al CONICET[4] y se designó una comisión, formada por Sadosky, González Domínguez y Altman, la cual preparó el llamado a licitación pública internacional. Como resultado del proceso, al que se presentaron cuatro oferentes, se decidió por una computadora Mercury de la firma Ferranti, computadora que era descendiente en tercer grado de la legendaria «Baby», prototipo desarrollado en la Universidad de Manchester donde corrió el primer programa bajo el modelo de Von Newmann en junio de 1948.

El costo de la computadora fue de 152.099 libras esterlinas y se instaló en el pabellón 1 de la Ciudad Universitaria en enero de 1961. La llamaron Clementina, porque según Sadosky, «*... emulando un pitido que producía se podía escuchar la popular canción inglesa clementine. Después nosotros hicimos que modulara tangos también, pero le quedó el nombre*» ([13]).

La computadora medía unos 18 metros de largo y requirió una adaptación especial del lugar donde fue instalada para poder alojar un gran equipo de refrigeración, ya que la cantidad de calor generada por sus cinco mil válvulas era muy elevada.

Primera Computadora universitaria, una Mercury Ferranti apodada «Clementina»

A partir de ese momento se comenzaron a formar los primeros programadores y analistas. El personal local tomó sus primeros cursos con la profesora Cecile Popplewell, enviada por Ferranti desde Manchester para la capacitación de los nuevos usuarios. En poco tiempo se habían formado programadores y analistas locales y también de otras universidades e institutos nacionales argentinos y uruguayos.

[4] Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (entonces CNICyT), el cual en ese momento era presidido por el Dr. Bernardo A. Houssay, siendo el vicepresidente el Dr. Rolando Garcia.

Se profundizó y avanzó en temas de investigación operativa lo que permitió la realización de transferencias a distintos sectores. Se concretaron becas en el exterior, de los cuales, todos los becarios retornaron, lo cual muestra el entusiasmo y las expectativas que por aquel entonces, generaba el trabajo en la universidad.

En el IC se dictaron cursos avanzados a cargo de destacados especialistas de la época como A. Ostrowsky, de la Universidad de Basilea y L. Collatz, de la Universidad de Munich. La computadora fue intensamente utilizada tanto en proyectos de investigación como en transferencia, realizándose investigaciones y tareas de desarrollo de software de base, periféricos e interfaces, matemática aplicada, estadística, modelos hídricos y cálculo numérico. Entre los usuarios que requerían sus servicios, pueden mencionarse a YPF, Ferrocarriles Argentinos, CEPAL, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), observatorios astronómicos y la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

Según cuenta Sadosky en Ciencia Hoy [12], *«El Instituto produjo más de un millar de trabajos, algunos reproducidos en revistas especializadas y otros en la serie propia, denominada Publicaciones del Instituto».*

Para mostrar un corte de las actividades realizadas en el IC, se utilizará la lista de trabajos realizados durante julio de 1964 - publicada en «Informativo del IC»[5] correspondiente a ese mes- de la cual se han extraído 10 de los 59 trabajos que figuran en ella, los cuales se muestran en la *Tabla 1*.

| Trabajo Nro | Institución | Título | Director del trab. |
|---|---|---|---|
| 241 | IC | Corrección diferencial con shift (órbita Halley) | P. Zadunaisky |
| 250 | E.N.T.E.L. | Simulación de tráfico telef. | De Ingeniería |
| 255 | C.N.E.A. | Síntesis de Fourier-Patterson | E. Galloni |
| 262 | Dpto. Mat. | Lógica positiva implicativa | G. Klimovsky |
| 264 | Y.P.F. | 4 estimaciones de distribuciones | R- Magaldi |
| 271 | Obs. Ast. Córdoba | Sistemas ópticos aplanáticos libres de distorsión | J. Dossy |
| 274 | Fumacol S.A. | Cálculo de pórticos | C. Campel |
| 281 | Dpto. Mat. | Construcción de álgebras de Lie de dimensiones bajas | E. Gentile |
| 291 | I.N.T.A. | Fertilización hidrogenada del maíz | G. Lakaman |
| 295 | Dpto. Física | Elaboración de datos de radiación cósmica | Roederer |

**Tabla 1.** Muestra de los 59 trabajos realizados en el IC en junio de 1964.
**Fuente:** «Informativo del IC, junio de 1964.

[5] Cuya disponibilidad se debe al hallazgo y gentileza de Wilfredo Durán.

Tanto becas como muchos trabajos de investigación eran financiados por el cobro de los servicios que prestaba el instituto.

## Las primeras carreras de computación

Poco después de la llegada de la computadora Sadosky impulsó la creación de la carrera de computador científico, cuyo proyecto se presentó en 1962 en el Consejo Directivo de la Facultad siendo aprobada por el Consejo Superior en 1963.

La carrera de computador científico fue la primera de computación en las universidades del país y una de las primeras en el mundo, cabe destacar que esta carrera se implementó cinco años antes de que la ACM[6] fijara, en 1968, la primera curricula para estudios de Computación. Su objetivo era formar auxiliares científicos, aunque en realidad muchos de sus egresados fueron los futuros científicos y profesionales de la disciplina. Era una carrera corta -de tres años- de formación técnica, aunque con una sólida formación matemática. Otra de las incumbencias laborales de los computadores científicos fue el desarrollo de soluciones computacionales en empresas, las cuales ya comenzaban a adquirir sus propias computadoras para la gestión administrativa y su aplicación a algunos procesos productivos.

Posteriormente, otras universidades, como la Universidad Nacional de La Plata, desarrollaron sus propias carreras (calculista científico en La Plata) basadas en el plan de estudio de la UBA.

## La diáspora

El 28 de Junio de 1966, el golpe de estado del General Juan Carlos Onganía depuso el gobierno constitucional del Dr. Arturo Illia. Un mes después, el 29 de Julio, se dictó la intervención de las universidades nacionales.

Esa misma noche, fuerzas de choque de la Policía Federal irrumpieron en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, apaleando a los profesores, graduados y estudiantes allí reunidos en una sesión del Consejo Directivo, episodio que se conoce como *la noche de los bastones largos*. Mas detalles de este suceso se encuentran en el capítulo «Panorama de la historia de la Computación académica en la Argentina».

Un reportaje, que le realizó Leonardo Moledo (matemático y periodista científico argentino), muestra la bondadosa forma con que Sadosky observa sus semejantes y como aprecia sus habilidades, ¡aunque lo hayan apaleado!

---

[6] Asociación pionera de la Computación, cuya curricula, publicada periódicamente, constituye una referencia básica para la elaboración de planes de estudio de carreras de Computación e informática.

Refiriéndose a los bastonazos de aquella noche, comenta: *«la verdad es que fue realmente notable con tantos palos que dieron que no hubieran matado gente, porque pegaban bien, pegaban con habilidad».*

Luego de ese atropello muchos investigadores y docentes, entre ellos Manuel Sadosky, renunciaron a sus cargos concertadamente. Algunos sectores de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires quedaron devastados, entre ellos el IC. Unos años después Clementina dejó de funcionar y la Facultad que fuera cuna de la computación académica argentina, no volvió a tener una computadora hasta 1982 (una VAX 350). La historia posterior a la noche de los bastones largos del Instituto de Cálculo es analizada por Raúl Carnota et al en el capítulo «Ruptura real y continuidad formal».

En los años subsiguientes, Sadosky tuvo una activa participación en la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. Allí también iba a conseguir fundar el Centro de Computación de la Universidad de la República (CCUR), que bajo su dirección, también logra adquirir una computadora en 1968, una IBM 360 -cuya llegada se aprecia en la foto 3-. También allí crea una carrera específica -la de Computador Universitario- y da continuidad al entusiasmo del período de la UBA ([13]).

Arribo a Uruguay de la computadora IBM 360 del CCUR.

En 1972, los militares uruguayos[7] también toman el gobierno y diezman la planta docente de la Universidad. Sadosky entonces debe buscar exilio. Sus

[7] El soporte ideológico de los distintos golpes de estado que asolaron a América Latina era la llamada «doctrina de la seguridad nacional», que veía a los ejércitos sudamericanos como salvaguarda de los intereses estadounidenses, que denominaban «salvaguarda de los valores democráticos y cristianos». Esta ideología propiciada en la «Escuela de las Américas» en la cual Juan Carlos Onganía siendo comandante en Jefe del Ejercito Argentino (antes de dar el golpe de estado del 66) proclamó la legitimidad de la toma del poder por las fuerzas Armadas de un país cuando esos valores (intereses) se vieran comprometidos por un gobierno civil.

destinos son Venezuela y posteriormente España.

Sadosky regresa a la Argentina cuando se restaura el sistema constitucional en 1973, sin embargo este período fue sumamente turbulento -como se narra en al capítulo « Panorama de la Historia de la Computación académica en la Argentina»- y Sadosky emigra nuevamente, el 4 de Octubre de 1974. En el exterior, es contratado por la Unesco como asesor de cuestiones educativas en Colombia. Luego acepta una oferta de la Universidad Central de Venezuela, donde vivían otros universitarios exiliados, incluyendo a Misha Cotlar, un destacado matemático autodidacta cuyo primer título formal, luego de haber sido profesor en la Universidad, fue el de Doctor, otorgado por la Universidad de Chicago, con quien había trabajado en la Facultad de Ciencias Exactas, hasta que ambos renunciaron en 1966.

Cuenta Héctor Ciapuscio, en una nota para el diario de Río Negro [5], que Sadosky realizaba muchas anotaciones en pequeñas libretas. En una de esas libretas dice, entre otras cosas, que en 1970 lo apasiona «Rayuela» de Julio Cortázar, que se produce el secuestro de Aramburu y el reemplazo de Onganía por Lanusse en 1971. Anota que comparte un desayuno con Cortázar y se indigna con una declaración de Zardini, el decano intervetor derechista de la Facultad de Ciencias Exactas. También aparecen anotaciones sobre que en 1973 llega la paz a Vietnam, asume Cámpora, anota que muere Juan Blaquier, el primer matemático de la UBA, y que él cena con Arturo Íllia.

En otras libretas anota el regreso de Perón, que luego retoma el poder y finalmente fallece dejando a su viuda como presidenta, también que la AAA asesina a Silvio Frondizi y a su yerno. Escribe que en Buenos Aires hay muchos asesinatos y mucho miedo.

Sadosky pasó cinco años en Venezuela en el Centro de Estudios del Desarrollo (CENDES). En esos años se acrecienta su interés por temas de política científico tecnológica.

En una nota de 1980 publicada en Caracas[8] dice *«...el subdesarrollo no es una etapa hacia el desarrollo -como la niñez hacia la adultez- sino la injusta división del trabajo entre las naciones. El origen de esta injusta división del trabajo debe buscarse en la diversidad de épocas y de ritmos en que los países realizaron la revolución industrial y se lanzaron a la conquista de mercados externos para su producción»*. Luego continúa: *«en la década del 60 cobró auge en los organismos internacionales y en muchos países periféricos el paradigma desarrollista. Todavía estaba bastante difundida la creencia de que el subdesarrollo y, en particular, que la ciencia y la tecnología eran el motor de ese proceso»*. Luego de analizar ese tema y cómo, en definitiva, la tecnología importada consolida la dependencia, agrega: *«se comprendió que la ciencia y la tecnología eran apenas un eslabón de una cadena mucho más compleja.»*

Con respecto a su visión de la independencia tecnológica agrega: *«una de las cuestiones mas acuciantes que se les plantea a los países periféricos es cómo utilizar la tecnología sin convertirla en un factor de sujeción a los países centrales. Ante la evidencia de que la tecnología importada reforzó la dependencia han surgido grupos -generalmente bien inspirados y mal informados- que claman por tecnología independiente o autónoma. No hay ningún motivo para que un país tenga que renunciar a la parte de conocimiento pragmático o científico, implícito en la tecnología, que es patrimonio de toda la humanidad».* Luego agrega: *«desde el momento que la tecnología se convierte en mercancía, lo esencial es comprar la necesaria, incluyendo en la adquisición el conocimiento inherente a la instalación y a su manejo, y reservando el derecho de adaptación y perfeccionamiento. Para ser propia la tecnología no necesita ser autóctonamente original sino bien adquirida, correctamente difundida, eficientemente manejada y científicamente adaptada a las necesidades nacionales»* [8]. Poco tiempo después iba a poder poner en práctica sus ideas sobre política científica.

En esa etapa recibe periódicamente la visita de Rodolfo Terragno, militante de la Unión Cívica Radical, quien le habla de un político argentino muy prometedor llamado Raúl Alfonsín.[8]

Durante su estancia en Venezuela ayuda y asila a ex alumnos argentinos que buscan trabajo. Desde allí se veía la realidad argentina con mucho dolor y angustia, decía Sadosky[9] a la periodista Laura Rozenberg, citada en [5].

Antes de su regreso a la Argentina pasa un tiempo en Barcelona, donde tiene una activa participación en la construcción de un museo de ciencias para niños, idea que luego trataría de implantar también en la Argentina.

## Su regreso y la designación de Secretario de Ciencia y Técnica

En 1983, en los últimos tiempos de la dictadura militar, Sadosky retorna a la Argentina. El Dr. Raúl Alfonsín, presidente electo en octubre de ese mismo año, lo designa Secretario de Estado de Ciencia y Tecnología de la Nación en 1984, cargo que ocupó hasta el fin de su mandato, en 1989. Un análisis de este período se presenta en el capítulo «Los proyectos académicos de desarrollo informático durante el retorno democrático de 1983».

[8] Quien lueo lo designaría Secretario de Ciencia y Técnica, bajo su gobierno.

[9] Primero asolada por la AAA y luego del 24/3/1976 por la sangrienta dictadura militar militar.

Sadosky es el segundo desde la izquierda y le siguen Alfonsín y Leloir.

La Secretaría contaba con una Subsecretaría de Informática y una de las prioridades de Sadosky fue recuperar la disciplina, la cual se encontraba prácticamente en un estado de hibernación académico desde 1966.

Sadosky impulsó la creación de la Escuela Superior Latinoamericana de Informática (ESLAI), con el objetivo de contar con una institución universitaria de excelencia, similar al Instituto Balseiro (centro de excelencia argentina en Física Nuclear). La ESLAI ofreció una carrera de tres años a la cual podían ingresar estudiantes universitarios de ingenierías o licenciaturas con al menos los dos primeros años aprobados. Los ingresantes debían aprobar un riguroso examen de ingreso. Todos los estudiantes eran becados para que pudiesen ser estudiantes con dedicación exclusiva y se admitían 20 alumnos argentinos y 10 alumnos de otros países latinoamericanos.

La ESLAI contó con financiamiento internacional (IBI, CEE). Produjo 59 egresados de Argentina, Uruguay, Paraguay, Ecuador, Venezuela, Colombia y Perú. La tasa de egreso fue del 92% y el 81% de sus egresados que partieron al exterior a realizar sus estudios de posgrado obtuvieron el título de doctor.

La ESLAI funcionó regularmente hasta 1990. Cuando asumió la presidencia el Dr. Menem en 1989 Sadosky es remplazado por el Dr. Raúl Matera, el gobierno abandona la política anterior que buscaba el desarrollo de las tecnologías de punta y asume el modelo de país agro exportador. Los proyectos de desarrollo tecnológico propio dejan de ser considerados importantes y sin que se tomen medidas concretas en su contra mueren de inanición. Otros proyectos creados por Sadosky fueron el Programa Argentino-Brasileño de Investigación y Estudios Avanzados en Informática (PABI). El programa tenía como objetivos el desarrollo de equipos binacionales de investigación y desarrollo. En el marco de este programa, se desarrollaron las Escuelas Brasileño-Argentinas de Informática (EBAIs), la cuales eran escuelas de verano realizadas anualmente con sedes alternativas en ambos países. Las EBAIs tuvieron gran importancia en el desarrollo de contacto de investigadores y docentes de am-

bos países con el fin de acercar la brecha que había entre argentinos y brasileños, ya que Brasil, en ese momento, aventajaba ampliamente en informática a la Argentina. El PABI actualizó a unos 2000 estudiantes y se produjeron 60 libros que fueron usados durante casi una década. Estos proyectos corrieron la misma suerte que la ESLAI después de 1990.

## Conclusiones

Sadosky ha dejado el ejemplo de una inteligente y extrema tenacidad. Una y otra vez volvió sobre sus propósitos sin quebrantarse. Pero siempre volvió sobre sus propósitos, no sobre sus hechos. Estos últimos surgieron de la realidad presente y fueron distintos cada vez que así convino. Por ello sus acciones, nunca cayeron en la regla que afirma: «en la historia los hechos frecuentemente suceden dos veces, pero la primera vez lo hacen como tragedia y la segunda como farsa».

En el acto de inauguración de la segunda Escuela Brasileño Argentina de Informática, Sadosky dijo: «…La gran rueda de la historia raras veces se detiene, hay que luchar y vencer, ser yunque o ser martillo; por mucho tiempo hemos sido yunque, es hora de que nos transformemos en martillos para forjar nuestro destino...»[1]. Uno de los autores de este trabajo conversando con él, ya nonagenario, le recordó esta parte de su discurso; el dijo …sí en una época era mi metáfora preferida.

Sadosky ahora descansa, bien merecido lo tiene; pero también confía…¡nos ha dejado su metáfora!

## Referencias

[1] J. Aguirre, R. Carnota, *«Dos Emprendimientos Exitosos de cooperación Latino Americana»*. CLEI, 2003.

[2] J. Aguirre, R. Carnota. Entrevista a la Dra. Rebeca Guber Bs. As. 2007.

[3] Nicolás Babini. *«Una vocación sarmientina en la era tecnológica. Manuel Sadosky (1914-2005)»*. Saber y tiempo nro. 19, pp: 202-210. 2005.

[4] M. Bunge, G. Weinberg, T. E. Martínez, G. J. Etcheverry, P. Jacovkis. *«Honoris Causa. Manuel Sadosky en sus noventa años»*. Libros del Zorzal. 2004.

[5] Hector Ciapusscio. *«La Triple A y el exilio de un científico»*. Diario de Río Negro. Edición del 30 de Diciembre de 2006.

[6] Pablo M. Jacovkis. *«Manuel Sadosky (1914-2005)»*. Revista de la Unión Matemática Argentina. Vol. 46-1. 2005.

[7] Programa Raices, Dirección de Relaciones Internacionales, Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Ministerio de Educación Ciencia y

Tecnología. Republica Argentina, editores. «*Ruptura y Reconstrucción de la Ciencia Argentina*».

[8] R.H.T. *«La ciencia: ¿esperanza o amenaza?»*. El diario de Caracas. 3 de Enero de 1980 (copia del archivo personal de M. Sadosky, gentileza de su viuda Katun Troise).

[9] Catalina Rotuno, E. D. de Guijarro, *«La Construcción de lo Posible, La Universidad de Buenos Aires de 1955 a 1966».* Libros del Zorzal, Argentina 2003.

[10] M. Sadosky, R. Guber. *«Elementos de cálculo diferencial e integral»*. Librería y Editorial Alsina.

[11] Manuel Sadosky. *«Progresos recientes y evolución del cálculo mecánico y automático»*. Ciencia y Técnica del Centro de Estudiantes de Ingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. 1950.

[12] Manuel Sadosky. *«El Instituto de Cálculo de la UBA [1957-1966]: la vigencia de un símbolo».* Ciencia Hoy, Volumen 5, Número 29, pp 48-51. 1995.

[13] M. Unqhuart, L. Bermúdez. *«Salvando la memoria de la computación en la Universidad de la República, Uruguay, a partir de los recuerdos del Prof. Manuel Sadosky»*. s/fecha.

La presente edición se terminó de imprimir en Noviembre de 2009,
con una tirada de 100 ejemplares, en el Departamento de Imprenta y
Publicaciones de la Universidad Nacional de Río Cuarto,
Ruta Nacional 36, Km. 601, X5804BYA, Río Cuarto, Córdoba,
República Argentina.

# Sobre personajes, instituciones y palabras. La Sociedad Argentina de Cálculo en su primera etapa (1960-1962)

Raúl Carnota[1] y Carlos Borches [2]
[1] Proyecto SAMCA[1]( Salvemos la Memoria de la Computación Argentina);
carnotaraul@gmail.com [2] Programa de Historia de la FCEyN-UBA;
borches@de.fcen.uba.ar

## Resumen.

La Sociedad Argentina de Cálculo (SAC), fundada en 1960 por iniciativa de las figuras pioneras de la computación en la Universidad de Buenos Aires (UBA), aspiró a constituirse en un puente entre la Universidad y las empresas proveedoras de la nueva tecnología. Esta alianza funcionó por más de dos años, en los que la SAC desarrolló una actividad importante, incluyendo la aparición de un Boletín que fue la primera publicación del país en computación. Poco después la alianza se deshizo y la sociedad entró en un cono de sombras del que resurgió con otras figuras y otros objetivos. El presente trabajo pretende caracterizar los respectivos objetivos del grupo académico y de las empresas, evaluar su realización y explorar el abrupto final de lo que denominamos "primera SAC". Para ello hemos tomado como fuente principal los Boletines, complementados con entrevistas a los protagonistas.

## Abstract

The Argentine Calculus Society (SAC), founded in 1960 thanks to the effort of pioneering figures in Computer Science from the University of Buenos Aires, aspired to be a bridge between the University and private companies engaged in the dissemination of new technologies. This alliance lasted for slightly over two years, during which time the SAC developed an important role, including the creation of a Newsletter which was the first publication in the country geared towards issues of Computer Science. Later the alliance unraveled and the SAC entered a dark period from which it would emerge with new leadership and new objectives. The present work hopes to outline the respective goals of both the academic groups and the companies, evaluate their efficacy in achieving these goals, and explore the abrupt end of what we called "the first SAC". For this purpose we have taken as our principal source the Newsletters, and complemented these with interviews of the main protagonists.

## 1 Introducción

La computación moderna, nacida a fines de la década de 1940, comenzó a penetrar en Argentina casi diez años más tarde. A partir de 1956/57 surgieron las primeras actividades, principalmente ubicadas en el ámbito universitario, en el cual se estaba

[1] Este trabajo ha sido parcialmente finaciado por la SECyT de la Univ.Nacional de Río Cuarto y el MinCyT del goberno de Córdoba (Argentina)

desplegando un importante proceso de renovación político y académico.[2] El epicentro de las iniciativas fue la Universidad de Buenos Aires (UBA) y allí se constituyeron dos grupos vinculados entre si: uno en la Facultad de Ingeniería (FIUBA), alrededor del Laboratorio de Electrónica (LE) dirigido por el Ing. Humberto Ciancaglini y otro en el Departamentos de Matemáticas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), liderado por Manuel Sadosky.[3]

En el primer ámbito se desarrolló a partir de 1958 una computadora experimental con tecnología de transistores denominada CEFIBA que fue presentada antes las autoridades universitarias en 1962. [4] En la FCEyN que, bajo la dirección de Rolando García y de Sadosky como decano y vicedecano respectivamente, se convirtió en esos años en un centro de excelencia científica de primer nivel, se fundó el Instituto de Cálculo (IC) y se logró que el flamante Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CNICyT) aprobara la compra una Mercury de Ferranti (FM), la primera computadora académica y una de las primeras computadoras del país ([7]).

La perspectiva del LE de Ingeniería era definidamente electrónica, con la participación, junto a los ingenieros, de un "asesor matemático" que validaba la lógica de las instrucciones a implementar. [5] Por su parte el grupo del IC, al menos en su inicio, veía la computación desde el ángulo de la "matemática aplicada", es decir como una disciplina auxiliar de la investigación científica en distintas áreas (la astronomía, la física, la economía, principalmente, aunque también aplicaciones de modelos matemáticos de decisión y optimización) y no como un objeto de estudio en sí mismo.

Otra vertiente, con objetivos y visiones diferentes, estuvo representada por los cultores de la Investigación Operativa (IO) que comenzó a desarrollarse en el país en los mismos años. Estaba liderado por los Ing. Durañona y Vedia, Marín, Reggini y la Dra. Magdalena Mouján Otaño. Su enfoque disciplinar difería de los otros citados, ya que priorizaba la formulación de modelos de decisión y, en principio, la computación sólo era vista como una herramienta que facilitaba su uso.

Con el tiempo esta situación comenzó a modificarse. Al estar el IC centrado en la computadora allí instalada y al ser fundada muy pronto en la FCEyN la carrera de Computador Científico (CC), se fue constituyendo allí un núcleo interesado en los problemas de la programación, teóricos y prácticos y sus posibilidades más allá del cálculo. Un referente para este incipiente grupo fue el joven matemático español Ernesto García Camarero (EGC), discípulo de Julio Rey Pastor, contratado en el IC desde fines de 1960 para hacerse cargo del área de programación de dicho Instituto en razón de su experiencia previa. García Camarero fue un pionero, en Argentina y luego

---

[2] Este proceso surge en las Universidades argentina luego del golpe de estado que derrocó al presidente Perón. El foco principal estuvo en la Universidad de Buenos Aires (UBA), donde se desarrollaron serie de reformas y transformaciones que le otorgaron rápidamente un alto prestigio y un nivel académico de excelencia. Ver [3] y[11]

[3] Fuera de Buenos Aires y para la misma época se conformó en la Universidad Nacional del Sur (UNS), ubicada en la ciudad bonaerense de Bahía Blanca, un núcleo pionero donde convivieron un proyecto de construcción de una computadora con los primeros estímulos al estudio de temas teóricos de computación. Ver [2]

[4] Los jóvenes ingenieros de CEFIBA, como Joselevich, Tanco y Bilotti, tuvieron roles destacados en la electrónica y la computación argentinas de las décadas siguientes. Ver [4].

[5] Entrevista a Alfredo Perez, uno de dichos "asesores". Mayo 2010.

en España, de los usos no numéricos de las computadoras.[6] Por el lado de la IO, varios de sus iniciadores se inclinaron prontamente hacia la computación, como en el caso del Ing. Reggini que dirigió, desde su inicio en 1962, el Centro de Computación de la UCA.[7] Otros lo fueron haciendo como una derivación casi natural de sus actividades profesionales. Hacia fines de la década de 1960, el grueso de ese grupo se volcó hacia la Ingeniería de Sistemas y la Informática.[8]

Sadosky, Durañona y muchos de los expertos que los acompañaron tuvieron la conciencia, o la intuición, de la importancia social que el futuro reservaba a las computadoras y a los modelos matemáticos potenciados por el cálculo electrónico. No sólo era una predicción especulativa, ambos estaban dispuestos a orientar el proceso de incorporación de las nuevas tecnologías, emergiendo como referentes en la formación de cuadros y como consultores privilegiado del estado y las grandes empresas en esa materia. Es por eso que no se limitaron a la generación de espacios de trabajo en ámbitos académicos, sino que promovieron la creación de instituciones ambiciosas que tendieron puentes con el sector público y privado. Así es como se constituyeron la SAC (Sociedad Argentina de Cálculo) y la SADIO (Sociedad Argentina de Investigación Operativa). Una vez conformadas, ambas encararon la publicación de Boletines para trasmitir su ideario.

En paralelo las principales empresas proveedoras, particularmente IBM, formaban sus propios cuadros a partir de jóvenes universitarios de diversas disciplinas, en especial de Exactas e Ingeniería de la UBA, varios de ellos relacionados con los respectivos núcleos académicos que mencionamos.

Si bien podemos definir esquemáticamente a estos diversos grupos a partir de sus diferentes perspectivas respecto al nuevo campo, en la realidad muchos de los primeros profesionales y académicos participaban en más de uno de ellos.[9]

En el caso de la SAC, fundada en junio de 1960, la intención del grupo de la UBA que la promovió era convertirla en un puente entre el medio universitario y las

---

[6] EGC fue también "asesor matemático" del proyecto de construcción de una computadora en Bahía Blanca (CEUNS) y alli desarrolló programas para testear circuitos y para interpretar en la FM programas en absoluto de la maquina en desarrollo. Luego, a su regreso a Madrid en 1968, fue un promotor del arte cibernético. Entrevista a E.G.Camarero. Madrid. 2008.

[7] En 1962 la Universidad Católica Argentina (UCA) compró una computadora IBM 1620. Al igual que con la Mercury, se construyó luego un mito. Si la Mercury fue popularizada como Clementina, la IBM 1620 fue bautizada como "Carolina". Sobre Clementina se ha dicho que fue "la primera computadora del país" en tanto que a "Carolina" se la presenta como la primera computadora de segunda generación del país. Ninguna de dichas afirmaciones es correcta.

[8] Este vuelco puede visualizarse cuando, en 1968, la Sociedad Argentina de IO (SADIO) aceptó el encargo de la Unión Panamericana de Ingenieros (UPADI), donde el Ing. Marín lideraba el grupo de Ingeniería de Sistemas, para organizar en Buenos Aires el Primer Congreso Iberoamericano de Informática (CIADI), que se desarrolló en 1972.

[9] Lo más habitual fue el reclutamiento de los primero integrantes de los equipos de apoyo técnico de ventas y de instalaciones entre los universitarios. De ese origen fueron Chamero, Vella, Viñoly y Vergara (IBM), Milchberg (BULL), Perez, (UNIVAC) y Scala (NCR) entre otros estudiantes o graduados de matemática y física, cuyo testimonio hemos recogido. Perez pasó de asesor matemático de CEFIBA a instalador de UNIVAC. Chamero fue reclutado por IBM y también dictó las primeras materias de Sistemas de Información en la flamante carrera de Computación Científica en Exactas. Según sus propio testimonio, inicialmente lo hizo sin nombramiento ni pago para "pagar las culpas" de haberse "vendido" a IBM.

empresas dedicadas a la nueva disciplina, esencialmente las proveedoras de equipos. Durante poco más de dos años esta alianza pareció funcionar. La SAC, presidida por Sadosky, tuvo una presencia destacada: editó nueve Boletines con un nivel y una distribución importantes, participó de las primeras Jornadas de la especialidad en 1961, organizó sus propias Jornadas de Cálculo en 1962 e impulsó cursos y seminarios. Sin embargo, a fines de este año, en coincidencia con la renovación de la Comisión Directiva y la salida de Sadosky de la presidencia, su actividad decayó bruscamente y el Boletín dejó de aparecer. Luego de una breve transición la Sociedad quedó en manos de un grupo de jóvenes, varios de ellos socios fundadores, que estaban constituyendo el flamante campo profesional de Sistemas de Información y que le dieron un rumbo diferente, independiente tanto de las instituciones académicas como de las empresas proveedoras

En el presente trabajo, parte de un plan destinado a estudiar las primeras instituciones ligadas a la computación en Argentina, nos proponemos analizar el origen, desarrollo y fin de la que llamaremos "primera SAC", que no ha sido tratado en los escasos estudios sobre la vida de estas sociedades ([1] y [2]) Para ello buscaremos explorar los objetivos que académicos y representantes de empresas se habían planteado originalmente, los formas de la alianza y los resultados alcanzados en el bienio en que funcionó. Asimismo intentaremos dilucidar los motivos del abrupto final de esa fase de la sociedad. Hemos considerado para ello como principal fuente documental la serie de Boletines publicados en ese período al que agregamos en forma complementaria testimonios originales de sus fundadores y primeros protagonistas.

## 2. La Fundación de la Sociedad Argentina de Cálculo.

En el año 1960 Argentina festejaba los ciento cincuenta años de la Revolución que dio inicio a su independencia de España. Ese año fue clave en la introducción de la computación en el país. En mayo, durante la exposición conmemorativa del aniversario, IBM presentó un modelo 305 que contestaba preguntas del público. Poco después instaló una 650 con sistema de discos Ramac en su Data Center y colocó otra en la empresa Transportes de Buenos Aires. En noviembre llegó al puerto el equipo Ferranti Mercury (FM) para el nuevo Instituto de Cálculo (IC) creado en la Facultad de Ciencias Exactas (FCEyN) de la UBA. Durante ese mismo año Ferrocarriles Argentinos había recibido dos equipos UNIVAC SS-90 de la nueva tecnología de estado sólido, cuya instalación estuvo lista en marzo del año siguiente, e IBM entrenó a la primer camada de "ingenieros de sistemas" reclutada en el medio universitario. [10] También se constituyeron las sociedades profesionales ligadas al nuevo campo: la SAC y la SADIO. Ese ritmo continuó el año siguiente con la puesta en marcha de la FM y de los equipos Univac, la realización del primer Congreso de la especialidad, las Jornadas sobre Métodos Matemáticos en la Industria, el Comercio y la Administración Pública, y la instalación en algunas otras empresas de equipos IBM.

[10] Testimonio de Alfredo Perez, encargado por Univac de dicha instalación. Mayo de 2010.

La fundación de la SAC surgió de una convocatoria conjunta de Manuel Sadosky y del Ing. Humberto Ciancaglini, los líderes de los dos grupos activos en la UBA. Pese a su denominación y al peso de la visión de "matemática aplicada" predominante en el IC, la entidad estaba mucho más volcada a las cuestiones emergentes de la nueva tecnología. Si bien su origen era marcadamente académico, su propósito declarado era tender a "establecer una íntima relación entre las actividades académicas de la Universidad y las actividades técnicas y comerciales de las empresas que se ocupan de la sistematización de datos y del tratamiento numérico de la información."[11] En ese sentido su estatuto permitía la figura del socio institucional, con un voto emitido por el representante que la institución designase. El objetivo era integrar de ese modo a las empresas proveedoras de computadoras. [12] La primer Comisión Directiva (CD), junto a Sadosky y a Ciancaglini, como presidente y vice respectivamente, y a la Dra. Guber –mano derecha de Sadosky en el IC- como secretaria, integró en los demás cargos a varios jóvenes, surgidos todos del ambiente universitario de Ciencias, pero que eran a la vez los primeros técnicos de las proveedoras. Algunos de ellos figuraban a título individual y otros como representantes institucionales de Olivetti, Remington Rand (representante de Univac) e IBM.[13]

## 3. El Boletín de la primera SAC 1960-1962.

La fundación de SAC es el tema predominante del primer Boletín. La reunión que decidió constituir la sociedad se describe de este modo:

"*El Dr. Sadosky, quien juntamente con el Ing. Ciancaglini actuó como observador en la reunión constitutiva de la Federación Internacional de Sociedades para el Tratamiento Numérico de la Información (I. F. I. P. S.), presentó a consideración de los presentes los motivos conducentes a la necesidad de la creación de una Sociedad Argentina de Cálculo. La Sociedad Argentina de Cálculo tenderá a establecer una íntima relación entre las actividades académicas de la Universidad y las actividades técnicas y comerciales de las empresas que se ocupan de la sistematización de datos y del tratamiento numérico de la información. En esta forma las instituciones que participen en estas actividades resultarán beneficiadas, ya que las empresas privadas podrán contar con técnicos y científicos adiestrados especialmente y los egresados universitarios tendrán una nueva posibilidad de actividad rentada, facilitada por la creación de una carrera de nivel universitario en la Facultad de Ciencias Exactas*."

[11] Del acta fundacional, aparecida en el primer Boletín.

[12] "La SAC fue una idea de Sadosky (y otros) para poder reunir representantes del mundo académico y de las compañías proveedoras…" Comunicación de David Vergara, próximo a MS y que trabajó para IBM en aquellos primeros años de la década de 1960.

[13] La nómina completa es Presidente: Doctor Manuel Sadosky; Vicepresidente: Ing. Humberto Ciancaglini; Secretario: Doctora Rebeca Ch. de Guber; Secretario de publicaciones; Sr. Juan Vella; Tesorero: Lic. Walkiria Primo;Vocales: Sr. Aldo Alasia, representante de Olivetti Arg.;Ing. Gustavo Pollitzer, representante de IBM; Ing. Luis F. Rocha, representante de Remington Rand (UNIVAC). Vella y Primo estaban conectados tanto con los núcleos de la UBA como con las proveedoras (IBM y Remington respectivamente). Pollitzer había llegado a IBM por recomendación de Sadosky.

El Boletín también informa de la elección de la primer Comisión Directiva (CD) "provisoria",

A fin de poder desarrollar actividades técnico-científicas, se propuso organizar comités de trabajo, integrados por expertos en dichas actividades, el primero de los cuales se constituyó con el objeto de estudiar el problema de la nomenclatura castellana de todo lo relativo al "tratamiento numérico de la información".

Los Boletines tenían una difusión importante dentro y, sobre todo, fuera del campo académico. Se repartían varios centenares por correo que, por ser el único medio que informaba sobre temas de computación, eran muy leídos. [14]

Desde la fundación de la Sociedad hasta fines de 1962 se publicaron siete Boletines regulares, uno especial dedicado a las Jornadas Nacionales realizadas en julio de 1962 y un suplemento sobre el KWIC (Key Words In Context) un "buscador de contenidos".

Los siete números regulares del Boletín tienen una estructura de secciones fijas: Noticias del País, Noticias del Exterior; En las Empresas y Sección Bibliográfica. Desde el tercer número se agrega una sección dedicada a publicar un Léxico castellano de los términos del nuevo campo, producto del trabajo de la comisión constituida a tal fin. [15] A pesar del título de las secciones, no siempre aparecen simples noticias. A menudo se publican tanto descripciones detalladas de nuevos equipos como artículos científicos y técnicos de cierta envergadura y firmados, lo que convierte al Boletín de la SAC en la primera revista de computación en el país.

La sección Noticias del País da un peso preponderante, en los tres primeros números (agosto de 1960 a junio de 1961), a la inminente llegada, al arribo al puerto y a la posterior instalación y puesta en marcha en el IC de la computadora Ferranti-Mercury. Esta insistencia respondía tanto a la fuerte conexión de la SAC con el IC como a la intención de sus promotores de promover, más allá del núcleo del IC, la puesta en marcha del mismo al que pretendían convertir en un "Servicio Nacional de Computación", orientado a las empresas y reparticiones estatales y firmas privadas.[16] En esos mismos números se destacan la constitución de SADIO, la adhesión argentina (como décimo país) al Centro Internacional de Cálculo, con sede en Roma (ICC), la instalación de una computadora en el Data Center de IBM, las novedades de los

[14] En la época cualquier trabajo ya sea una aplicación ingenieril básica o una descripción de un equipo o de métodos o herramientas de trabajo era una novedad valiosa. Testimonio del Dr. Hugo Scolnik, que, siendo estudiante, desarrolló todas las actividades operativas necesarias para que el Boletín salga y llegue a sus lectores.

[15] En el número 3 se comentó la existencia de un proyecto surgido de IFIP que se denominaba "Terminología multilingüe del Tratamiento Automático de Datos" y que pretendía cubrir múltiples idiomas. El envío de IFIP incluía inglés, francés, alemán, ruso y español. La comisión local había postergado el comienzo de la publicación de su propio trabajo para un estudio previo del enviado por IFIP. De todos modos parecería que el grupo de la SAC pretendía desarrollar su propia versión del léxico en castellano.

[16] En el Boletín nro. 1 se afirma que "Esta máquina, adquirida con el subsidio del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, hará que las funciones del Instituto de Cálculo, además de sus actividades normales de investigación, docencia y formación de programadores, tenga todas las características de un "Servicio Nacional" al alcance de las empresas y reparticiones estatales y de firmas privadas."

proyectos CEFIBA y CEUNS,[17] la constitución del Seminario de Cibernética en la Sociedad Científica Argentina (SCA) y la realización de las Primeras Jornadas Argentinas sobre Técnicas Matemáticas en la Industria y el Comercio y la Administración Pública (organizadas conjuntamente con SADIO).[18] Si agregamos que en la sección En las Empresas se daba cuenta de la compra e instalación de dos UNIVAC por Ferrocarriles y de los planes de IBM para colocar su nuevo equipo 1401, podemos estimar el verdadero vendaval de iniciativas y realizaciones que se vivieron en el nuevo campo entre 1960 y mediados de 1961. Es notable que la sección En el País refleja novedades y trabajos académicos, mientras que las novedades –sean locales o no- que ocurren fuera de ese ámbito aparecen en la sección En las Empresas. Esta última incluía tanto informes técnicos como trabajos originales o de divulgación de miembros de la Sociedad que trabajan en IBM (Chamero, Pollitzer, Carreira, Vergara) y en Remington Rand (Rocha, Perez), las dos empresas comercializadoras más activas, aunque luego se incorporaron otras.[19]

El mismo período demarcado por los tres Boletines iniciales también está pleno de iniciativas fundacionales reflejadas en la sección En el Exterior: la formación reciente de IFIP, bajo los auspicios de la UNESCO, la constitución definitiva del ICC, gracias a la adhesión argentina, los inicios del calculo académico en otros países de la región,[20] las iniciativas (no concretadas) de realizar proyectos comunes –incluyendo la construcción de una computadora "de bajo costo"- entre todas las Universidades de América Latina, etc.[21]

El segundo grupo de Boletines cubre el período de agosto de 1961 a noviembre de 1962.[22]

En este segundo momento ya no aparecen tantos eventos destacados en la sección En el País, excepto las propias Jornadas Nacionales de SAC de julio de 1962 y la adquisición por parte de la UCA del equipo "científico" de IBM, la 1620. Sin embargo en ese período la SADIO, ya en solitario, organizó sus Jornadas de IO (las

[17] CEFIBA por Computadora Electrónica de la Facultad de Ingeniería de Buenos Aires y CEUNS `por Computadora Electrónica de la Universidad Nacional del Sur. Ambos eran proyectos de construcción de equipos en el medio local.

[18] La nota aparece luego de la realización de las Jornadas. El balance indica la presentación de 37 trabajos. Sólo 4 autores son miembros de SAC y al menos tres pertenecen al Depto. de Aplicaciones Científicas de IBM. Los restantes son figuras relacionadas al mundo empresario, muchos de ellas ligadas a SADIO, como Frischknecht y Julio Kun.

[19] Como ejemplo en el número 2, junto al anuncio de Univac de un sistema "real time", se publican dos artículos "técnicos" uno escrito por el Ing. Rocha, por entonces en Remington Rand (sobre código corrector de errores) y otro por Chamero de IBM (una introducción a "Sistemas de Programación" que explica cómo definir un diagrama de flujo, con vistas a su posterior codificación en Fortran, el lenguaje que impulsaba IBM).

[20] En el Número 3 se informa de la constitución de un Depto. de Cálculo y Electrónica en la UCV (Venezuela) que estaría dotado, ya en ese año de 1961, de una IBM 1620. En México ya existía una computadora académica por la época. En el caso de Brasil, el Boletín 4 da cuenta de la instalación, también en 1961, de la primera computadora académica, una Datatron 205 ubicada en la PUC-Rio..

[21] Iniciativa de la UNAM que aparece reflejada en el nro. 2 (enero de 1961).

[22] El primero aparecen rotulado como año1-4 y el último como Año2-7. Hay una aparente discontinuidad entre el quinto Boletín, rotulado como Año2-1 y el sexto que aparece como Año2-6, pero se trata, evidentemente de un cambio del criterio de numeración.

segundas en su numeración, al considerar las conjuntas de 1961 como primeras) sin que ese evento se haya siquiera informado en el Boletín de SAC. Principalmente hay información de cursos y se destaca el retorno al país del Dr. Pedro Zadunaisky, en quien se habían puesto expectativas importantes, a juzgar por el tono de la nota, También se da cuenta de la instalación de un Seminario de Cálculo Numérico orientado a computadoras digitales, dirigido por Sadosky y cuyas primeras clases estuvieron a cargo de Pollitzer y Chamero (del Depto. de Aplicaciones Científicas de IBM). Se incluyó también un resumen de la clase de Chamero sobre seudo-números y seudo-operaciones Además de las noticias, la sección publicó, en este segundo año, junto a la síntesis de una conferencia de un profesor visitante sobre aproximación numérica, un largo trabajo sobre el estado del arte en la Inteligencia Artificial.

La sección de Noticias del Exterior reflejaba centralmente la constitución del ICC cuya primera asamblea general fue presidida por Sadosky, el segunda Encuentro de IFIP, "que versará sobre todos los temas relacionados con el procesamiento de la información y las computadoras digitales". y un extenso trabajo de EGC sobre el estado de la computación en la URSS, con detalles técnicos de los distintos modelos de computadoras soviéticas. Mucho más nutrida en este segundo año es la sección En las Empresas, donde aparecen siete trabajos (casi dos por número), cinco de la gente de "Aplicaciones Científicas" de IBM y los dos restantes de Luis Rocha y de Alfredo Perez, ambos de Remington.[23]. Finalmente el proyecto de desarrollo del Léxico avanza en todos los números, con varias páginas en cada uno de ellos dedicada a una nueva lista de expresiones.

### 3.1 Las Jornadas Nacionales de Cálculo.

El grupo de Boletines del segundo año incluye un número especial –fuera de secuencia- dedicado a las Jornadas,Nacionales de SAC.

Esta es la iniciativa más ambiciosa que encaró la SAC en esta etapa. Se desarrollaron en julio de 1962) y su objetivo declarado fue el de "conocer las posibilidades del tratamiento numérico de la información en nuestro país". La convocatoria estuvo dirigida a Centros Universitarios de Capital e Interior. A todos se les pidió que envíen miembros informantes que puedan reflejar: a) la existencia de grupos de investigación o de profesionales que realicen investigaciones ligadas a las técnicas de cálculo numérico y tratamiento de la información; b) Necesidades de parte de esos grupos, ya sea de horas de máquina como de computadoras propias y c) Planes futuros de cada Universidad, con el fin de evaluar la colaboración que se puede brindarles. Dentro de la programación del evento, y con la colaboración de las empresas que comercializan equipos, aparecían las visitas a los Centros de Cómputo existentes. Para facilitar la concurrencia la SAC ofrecía cubrir los gastos de estadía en Buenos Aires de un delegado de cada Facultad de Ingeniería, Económicas o Exactas

[23] Alfredo Perez presenta un trabajo sobre Sistemas Ejecutivos, programas antecesores de los Sistemas Operativos, ubicándolos dentro de una secuencia en que la actividad del programador se va despegando paulatinamente de los detalles físicos y de la operación de un equipo y se centra más en el problema, Dentro de esa lógica comenta el concepto de compilador y que, dado que estos compiladores dependen de cada maquina, se esta trabajando en nuevos lenguajes cuyos programas puedan ser portables entre máquinas como Algol y Cobol.

de todas las Universidades del país. A las Jornadas concurrieron representantes de facultades de Ingeniería, Económicas y Exactas de Buenos Aires, Rosario, Córdoba, Tucumán, San Juan y San Luis. No hubo presencia del Sur ni de las Universidades privadas, pese a haber sido invitadas. [24].

Las Jornadas cubrieron tres días en los cuales se realizaron cuatro visitas, acompañadas por respectivas conferencias: una en el IC, otra en Ferrocarriles (Remington) y dos en IBM.[25] Se formaron dos comisiones una dedicada a Matemáticas e Ingeniería y otra a Ciencias Económicas, coordinadas, cada una, por dos miembros de SAC (en ambos casos eran siempre una persona del IC y una de IBM), que funcionaron recibiendo informes de los delegados de las facultades presentes. La síntesis mostró muchas inquietudes pero pocos planes y realizaciones en el interior (salvo algunos cursos dictados por gente del IC o de IBM). Se formuló, ad referéndum de una asamblea de la SAC, un plan de acción que, por un lado, involucraba a las facultades presentes, que se incorporarían a la SAC (en principio los delegados presentes y más adelante gestionando la adhesión de las Facultades como tales) y coordinarían con SAC y los grupos locales el dictado de cursos. Por otro lado SAC se proponía, entre otras cosas, dar cursos en colaboración con las empresas comercializadoras, crear e intercambiar programas, difundir artículos e información de los eventos locales e internacionales y estudiar el otorgamiento de becas.[26]

### 3.2 El fin de los Boletines…y de la primera SAC.

El último Boletín publicado por la SAC, de noviembre de 1961, es mucho más pobre en tamaño y contenidos. Allí se anuncia la renovación de la CD, donde la presidencia pasa de Sadosky a Zadunaisky. También Ciancaglini es reemplazado como vice por Vella, un matemático joven, ligado a Sadosky, que trabajaba en IBM y Rebeca Guber deja la secretario a manos de A. Perez de Remington.
Desde este momento no hay más edición de Boletines. En cierto modo la actividad de la Sociedad entra en un cono de sombras. Todo indica que el esquema que le había dado viabilidad por los dos primeros años se había deshecho.

---

[24] Sobre la no concurrencia de las escasas Universidades privadas, casi todas católicas, hay que considera que pesaba el que ya en esos días se estuviera poniendo en marcha el Centro de Cómputos de la UCA en Buenos Aires, lo que constituía un referente para este sector que, por otra parte, venía de un enfrentamiento reciente con las públicas a raíz de la reglamentación legal de su derecho a expedir títulos habilitantes.

[25] Las conferencias brindadas en las visitas eran descripciones detalladas de los sistemas Mercury del IC, Univac SS90 de Ferrocarriles y la 1401 del IBM Data Center.

[26] En el mismo Boletín de las Jornadas aparece la información de un curso que estaba dictando un Ingeniero de IBM en la Universidad de La Plata, sobre la arquitectura de hardware, de la 1401, y “el sistema de programación Fortran de las 1620”. Los cursos los había co-organizado IBM con las Facultades respectivas y parecía ser el modelo que la SAC se proponía repetir en otros puntos del interior.

## 4. Texto y contexto del Boletín de la SAC

La edición de un boletín o revista de una institución presupone la existencia de un espacio público donde circulará la publicación y una intencionalidad de los promotores para orientar ese espacio público. Las intenciones pueden estar dirigidas a promover ciertas temáticas y eventualmente reservarse cierto liderazgo en el espacio sobre el cual se opera o ir más lejos pretendiendo naturalizar en ese espacio público un conjunto de valores que son propios de los editores.

¿Sobre qué hablan los Boletines de la SAC? ¿A quiénes le hablan? La creación del Instituto de Cálculo y el arribo de la computadora FM fue vista desde las filas más modernizantes de la UBA como una novedad no sólo de impacto académico sino también social. Desde que el proyecto comenzó a tomar forma, las autoridades de la FCEyN supieron que tenían que lograr trasmitir al resto de la comunidad los rasgos del futuro que se avecinaba.

Esta necesidad de comunicar y persuadir aparece incluso dentro de la propia academia cuando fue necesario vencer los reparos que surgían dentro del CNICyT a la hora de financiar la compra de la computadora. "Yo obtuve el Premio Nobel sin necesidad de instrumentos tan costosos" ([8]), se cuenta que argumentaba Houssay al oponerse a una inversión en ciencias sólo comparable en Argentina con la inversión nuclear del período 1949-1955. [10]

El imperativo de dar a conocer a toda la sociedad la importancia del IC y su computadora se refleja, incluso, en la solicitud firmada por el decano García para solicitar a la empresa pública de telefonía una línea para el edificio "donde funcionará una computadora electrónica que llegará al país próximamente", y sigue aportando detalles "de inmediato un destacado grupo de científicos se abocará mediante dicha calculadora a sus trabajos específicos".[27]

En 1961, al ponerse operativa la Mercury en Exactas, lo que implicaba la puesta en marcha efectiva del IC, tiene lugar un curso y un acto de cierre con la presencia de personalidades del mundo académico y empresarial. El primer número de *Informativo*, el boletín del IC que comenzó a salir en agosto de 1961, da cuenta de los presentes y de los ausentes. Del sector público sólo asistieron técnicos de las empresas estatales y las únicas figuras políticas fueron P. Allnutt, del Consejo Británico y el Gral. Manuel J. Olascoaga del Centro de Investigaciones de las Fuerzas Amadas.

Esta actitud de apertura hacia la sociedad y la búsqueda del vínculo con las empresas se reflejó con la creación de la SAC y la incorporación a su Comisión Directiva de figuras de la Academia junto a representantes institucionales de las empresas del sector.

"*La Sociedad Argentina de Cálculo tenderá a establecer una íntima relación entre las actividades académicas de la Universidad y las actividades técnicas y comerciales de las empresas que se ocupan de la sistematización de datos y del tratamiento numérico de la información"* nos dice el Boletín de la SAC para justificar la constitución de la sociedad, expresando la opinión de sus promotores, Sadosky y Ciancaglini, quienes se dirigen luego a las empresas para decirles que *"las*

[27] Correspondencia de Rolando García, 9 de junio de 1960. Archivo de la Biblioteca de la FCEyN-UBA

*instituciones que participen en estas actividades resultarán beneficiadas, ya que las empresas privadas podrán contar con técnicos y científicos adiestrados especialmente"*. También se dirigen a un restringido sector del mundo académico con una promesa que podría parecer un tanto pobre *" y los egresados universitarios tendrán una nueva posibilidad de actividad rentada, facilitada por la creación de una carrera de nivel universitario en la Facultad de Ciencias Exactas*."[28]

Podemos sostener, entonces, que uno de los objetivo centrales que sus promotores asignaron a la SAC, tal como lo reflejan sus boletines, es el vínculo entre un sector académico y uno empresarial cuyos intereses aparecían como complementarios.

Lo que decimos se apoya en una mirada contextual de los boletines. [29] Pero, también mirando los contenidos de la publicación, el vínculo con la empresa deja su huella en el diseño editorial, donde la procedencia del autor de la nota tiene mayor relevancia que el contenido de la nota. Tal es así que muchos artículos de divulgación de computación o ciertos desarrollos matemáticos están bajo la sección En las Empresas, en la medida en que son producciones de los jóvenes profesionales que trabajan en ellas, mientras que la sección En el País se ocupa sólo de las noticias académicas locales. De ese modo se pone de manifiesto en el propio formato del Boletín la alianza explícita entre la academia y las proveedoras que aparecía como fundamento de la constitución de la Sociedad.[30]

En esa época una de los objetivos de las empresas proveedoras era convencer a los potenciales usuarios del Estado y de las grandes empresas acerca de las ventajas de las computadoras. A esa tarea se abocaron los flamantes "ingenieros de sistemas" formados, sobre todo, por IBM. Una estrategia era lograr la inserción de la computación en las Universidades, fuentes de legitimidad técnica y sitio de formación de los futuros profesionales del nuevo campo. En ese contexto, para las empresas la SAC podía ser una forma de llegar a las unidades académicas de todo el país. Por otra parte, el núcleo del IC, gracias al funcionamiento de la SAC, podía proyectar su liderazgo más allá del ámbito académico. Tal como señalara Sadosky: "El IC tiene una triple misión: de investigación, de docencia superior y de servicio", enfatizando

---

[28] Parecería una promesa de corto alcance porque transita por una concepción más bien profesionalista de la Universidad. La discusión de problemas nacionales o empresariales donde las máquinas y los expertos puedan aportar soluciones no es una tarea explícitamente enunciada en la SAC. Sin embargo, del pensamiento contemporáneo de Sadosky surge que reservaba esas funciones para el IC, al cual pretende convertir en un '*Servicio Nacional*'. En otro texto, Sadosky, refiriéndose a esta idea de Servicio Nacional, señala que "No solamente…se hace cumplir así a la Universidad una de sus misiones fundamentales, sino también…se orienta a la juventud que asiste a sus aulas hacia la preocupación en la temática nacional". Luego contrasta este camino formativo con el habitual de entrenar becarios en los grandes centros internacionales, ya que en ese caso logran realizar trabajos importantes y de rápida publicación, pero que "pueden no figurar entre las más urgentes de las necesidades nacionales". Ver [12].

[29] Hallyday, en [9] propone una clasificación del "discurso del conocimiento" con dos miradas del análisis del discurso científico, atender a la ciencia como texto, y atender al discurso en su contexto, que da cuenta de la esfera institucional de la ciencia.

[30] Pese a su nombre y a la impronta "calculista" original del IC, buena parte del contenido de los Boletines tiene que ver con la computación en si misma ya sean descripciones de equipos o de las posibilidades de un lenguaje o programa o algún trabajo metodológico. Esto refuerza la idea de que con la SAC se buscaba intervenir activamente en el espacio público alrededor de la nueva tecnología. Sin embargo las aplicaciones de tipo administrativo no estaban presentes.

este último aspecto ya que le permitía al IC "tomar contacto con una serie de instituciones no universitarias (…) Esta interrelación entre la Universidad y grandes reparticiones estatales y privadas, que en otros países es habitual, tiene en el nuestro un valor monitor." [12].
La convergencia de intereses entre el IC y las empresas del sector adquiere en las Jornadas Nacionales de Cálculo su máxima expresión. Pocas instituciones podían exhibir la capacidad de convocatoria del IC para lograr que representantes de la mayoría de las universidades públicas llegaran a Buenos Aires para "conocer las posibilidades del tratamiento numérico de la información en nuestro país". Pero sin el apoyo del sector privado parecía difícil garantizar la organización, traslado y participación de miembros de instituciones académicas de todo el país. Además hemos visto como el propio funcionamiento de las Jornadas refleja esta convergencia al definirse los coordinadores de las dos comisiones (uno del IC y otro de IBM) ya que esas reuniones permitían entrar en contacto íntimo con las necesidades y las personas representativas de las distintas unidades académicas convocadas.
Luego de las Jornadas, detalladamente cubiertas por el Boletín, la SAC y su órgano de difusión cerraban su primer ciclo de vida.

## 5. Personajes e Instituciones

Si tomamos los objetivos de la SAC explicitados en su Boletín, podemos pensar que desde su aparición en 1960 hasta fines de 1962 se había recorrido un camino satisfactorio para todas las partes.[31]

Las empresas aprovecharon la capacidad de convocatoria del IC para llegar a los claustros con sus propuestas y difundieron en el Boletín la labor desempeñada por sus especialistas -como en el caso del Departamento de Aplicaciones Científicas de IBM- que los posicionaban, frente a los académicos, como pares con quienes poder discutir problemas.

El IC acentuó efectivamente su rol rector en el nuevo campo disciplinar. Por otro lado, tal como lo prometía el Boletín, crecía el número de jóvenes estudiantes y graduados del medio universitario, muchos vinculados al IC, que encontraban empleos favorecidos por una demanda laboral que crecía con mayor rapidez que la oferta. A su vez el posicionamiento del IC como centro de referencia y consulta de amplia proyección social se consolidaba con la circulación del Boletín o la realización

[31] Podemos tomar como modelo de convergencia el trabajo de normalización del vocabulario técnico en castellano, la iniciativa es la que en los dos primeros años parece concitar más avances, ya que establecía un standard que podía reforzar el liderazgo intelectual del IC (y las inclinaciones latinoamericanistas de sus dirigentes) y también parecía concitar el interés de IBM ya que, según el testimonio de Juan Vella, la filial local de la multinacional alojaba uno de los tres centros de traducción de manuales al castellano (los otros eran México y España). Las tres versiones resultaban distintas y existía interés por homogeneizar la terminología (y hacerlo con la impronta de la filial argentina).

de las Jornadas Nacionales, hechos ambos viabilizados por el apoyo financiero de las empresas.[32]

Pero a fines de 1962, aparece la última edición del año dando cuenta de un recambio de las principales autoridades. El tándem Sadosky-Ciancaglini-Guber deja al frente de la sociedad al Dr. Zaduniasky que, aunque disponía de un indiscutible prestigio académico, carecía de la mirada política y la capacidad práctica organizativa de quienes habían conducido hasta ese momento la SAC. El resto del elenco se completaba con miembros de la nueva generación, casi todos ligados por trabajo a las empresas.

Si los nueve números del Boletín y toda la actividad desplegada por la SAC durante 1960-1962, se sostiene en la vigencia del vínculo entre académicos y empresas, la discontinuidad de su publicación y el cono de sombras en que ingresa la sociedad nos habla del deterioro de ese vínculo.

Podríamos buscar una explicación centrada en las personas. Con la investidura de un cargo no se heredan aptitudes personales y la salida de Sadosky y Guber fue una pérdida irreparable para el proyecto de la "primera SAC". Como recuerdan algunos de los entonces "jóvenes brillantes" del IC, Sadosky no era un gran conocedor de las técnicas de computación, pero veía con claridad meridiana la importancia estratégica del sector. En este sentido no operaba como científico sino en el terreno de la política científica.

Y a la hora de hablar de hombres, vale destacar también la ausencia de una persona que desde la empresa apoyó el emprendimiento sin ocupar ningún rol protagónico: Juan Guerra, Gerente Comercial de IBM Argentina. Guerra, según diversos testimonios, era un libre pensador de ideas socialistas. Desde su puesto clave en la filial local tuvo influencia en el reclutamiento de muchos jóvenes estudiantes y graduados de Ciencias e Ingeniería para IBM, varios de ellos recomendados por Sadosky. Estos jóvenes participaban en SAC y desarrollaban actividades en el ámbito universitario con relativa libertad, bajo el ala protectora de Guerra quien, por otra parte parece haber tenido cierta fluidez de diálogo con Sadosky. Si bien esta política convergía con los intereses de IBM, la forma de llevarla a cabo y la aproximación concreta al grupo del IC parecen haber dependido del estilo de Guerra, en un marco en que las filiales de las corporaciones tenían una autonomía que fue fuertemente recortada en el proceso de globalización posterior.[33] La declinación del apoyo de IBM a la SAC coincide en el tiempo con el ascenso de Guerra a la Gerencia de Ventas del área Sudamericana.[34]

Podríamos pensar que la ausencia de Sadosky y de Guerra provocó que la SAC naufragase como entente del sector académico y empresarial, pero ¿es la única explicación?

---

[32] La publicación ocupó un espacio único divulgando información en un público que leía con avidez lo poco que circulaba sobre las computadoras y no era ciencia ficción.

[33] Hemos reconstruido este escenario de acuerdo a los testimonios de los que en la época habían sido reclutados por IBM, como es el caso de Juan Chamero, Juan Vella y David Vergara. Respecto a Guerra coinciden otros testimonios como el de Alfredo Perez.

[34] Como surge de una Historia Cronológica de IBM en América Latina y el Caribe de Rodrigo Herrer M. ubicada en la biblioteca personal de Nicolás Babini, actualmente en la sede de SADIO en Buenos Aires.

En los años siguientes Sadosky continuó como director del IC y como vicedecano de la FCEyN y algunos de los objetivos enunciados en la SAC conservaban vigencia. Mantener el liderazgo del sector era una tarea cada vez más exigente en un medio donde la presencia de las computadoras crecía exponencialmente.[35] En el plano académico la UCA instalaba en 1962 un equipo transistorizado, cuando la FM comenzaba a mostrar su obsolescencia. Mientras tanto, según los testimonios de quienes compartieron ese tiempo en el IC, surge el recuerdo de una esperada donación de IBM que nunca llegó.[36] Por el lado de las empresas o, más concretamente de IBM, es probable que haya existido una disminución de la importancia asignada a la penetración en las Universidades, en vista del crecimiento que experimentaba, de todos modos, su influencia en el mercado y de la poco fructífera campaña de ventas de equipos 1620 en las casa de estudio.[37]

Pero además comenzaba a surgir una brecha conceptual y generacional entre el equipo fundador del IC y sus primeros alumnos, que fueron justamente quienes comenzaron, luego del vacío de 1963, a tomar las riendas de la SAC. Si Sadosky era un matemático aplicado que veía en el cálculo electrónico una poderosa herramienta y su fino sentido político le permitió intuir el impacto social de esa tecnología, muchos de los más jóvenes ya sentían por ella otro tipo de interés. Se estaba constituyendo en un objeto en estudio en sí mismo, y su aplicación al cálculo numérico era uno de los posibles campos y no necesariamente el más atractivo. [38] Wilfredo Duran, quien fuera jefe de programadores del IC, recuerda que, en diversas oportunidades, al cruzarse con Sadosky, éste le preguntaba "¿Ya averiguó cómo calcula el seno?" y la respuesta siempre era negativa, pues el interés de Duran era la parte lógica del compilador, no la parte numérica. [6]

La "segunda SAC" fue obra de un grupo de jóvenes de Exactas e Ingeniería que ya estaban trabajando tanto en las proveedoras como en las primeras instalaciones empresarias y en consultoras. Su sesgo había cambiado y se definían como

[35] Si en 1960 existían instalados o en instalación sólo 5 equipos, en 1965 el número llegaba a 40. En [2] se puede ver la curva hasta inicios de los setentas y es efectivamente exponencial.

[36] Esta referencia remite a las características de la presencia (o ausencia) del estado argentino. El IC aspiraba a ser el eje de un Servicio Nacional, pero evidentemente no contaba con soporte del estado y necesitaba para crecer de estas alianzas con las proveedoras.

[37] La existencia de una campaña intensa sobre las Universidades en 1961 y 1962 la testimonia Juan Vella quien participó de la misma. Luego, según otros ex IBM, ya a mediados de la década, el equipo de venta a Universidades era muy poco valorado en la empresa.

[38] "Desde los comienzos del IC se perfilaron las diferencias de pensamiento y por ende de posturas, entre los actores de la época. Algunos consideraban que programar era una tarea rutinaria, que no requería de una gran actividad intelectual. Había quienes programaban porque inevitablemente tenían que resolver ciertos problemas que lo requerían y se sacrificaban. Había quienes eran considerados y más de una vez se consideraban a sí mismos de una jerarquía intelectual no muy alta, por lo cual ellos y los demás concluían que estaban bien ubicados programando. Y había también quienes empezamos a descubrir la importancia de la programación, el formalismo que nacía, ¿y cómo no decirlo?: la belleza de la programación; y con ello a concebir y a plantear de manera a veces intuitiva: problemas de complejidad, de volúmenes de datos, de optimización de código, de ahorro de código vs tiempo de producción, y muchos de los tópicos que después esas mismas personas habríamos de estudiar de manera formal. " Comunicación personal de Victoria. Bájar, la primera graduada de la carrera de Computación Científica de la FCEyN-UBA.

"especialistas en aplicar la computadora a los problemas de las empresas" y "completamente pro usuarios", rechazaban la dependencia propietaria y propiciábamos el uso de los nuevos lenguajes que, como Cobol, Algol o Fortran, eran considerados "generales" y por lo tanto portables. Como era de esperar, esta "segunda SAC" tuvo poco apoyo de las empresas proveedoras.[39] Pero además este relanzamiento fue acompañado de un significativo cambio: la SAC sería, de allí en más, la Sociedad Argentina de Computación.

Un cambio que presagiaba las nuevas tendencias que los más jóvenes ya vislumbraban.

## 6. Referencias Bibliográficas.


1. Babini, Nicolás. "Tres décadas de SADIO, 1960-1990". Editado por SADIO. Buenos Aires (1990).
2. Babini, Nicolás "La Informática en la Argentina 1956-1966"Ed. Buena Letra. Buenos Aires (1991).
3. Buchbinder, Pablo. "Historia de las Universidades Argentinas". Editorial Sudamericana. Buenos Aires. (2005).
4. Ciancaglini Humberto. "La computadora CEFIBA" en "Historia de la Informática en América Latina y el Caribe". Aguirre J. y Carnota R. (eds). Ed. Universidad de Rio Cuarto. Rio Cuarto. Argentina. (2009).
5. Díaz de Guijarro, E. y Borches C., "Laica o libre? ¿Estatal o privada?" Biblioteca Digital de la FCEyN-UBA. http://bldigital.bl.fcen.uba.ar/Download/LaMensula/002_LaMensula_007.pdf (2008).
6. Duran, Wilfredo et al. "Comic: el primer lenguaje y compilador argentino" en Historia de la Informática en América Latina". Aguirre y Carnota (eds). Editorial Universidad de Río Cuarto. Río Cuarto. Argentina. (2009).
7. Factorovich, Pablo y Jacovkis, Pablo."La elección de la primera computadora académica en Argentina"en Historia de la Informática en América Latina y el Caribe". Aguirre J. y Carnota R. (eds). Ed. Universidad de Rio Cuarto. Rio Cuarto. Argentina. (2009).
8. García, Rolando. La Construcción de lo posible en Rotunno, Catalina y Diaz de Guijarro, Eduardo (eds)." La Universidad de lo Posible ".Libros del Zorzal. Buenos Aires (2003).
9. Hallyday en Gilbert, G.N. y Mulkay, M.: Opening Pandora's box: a sociological analysis of scientist's discourse. Cambridge, Cambridge University Press (1984)
10. Hurtado, Diego; Busala, Analía. "De la "movilización industrial" a la "Argentina científica": La organización de la ciencia durante el peronismo (1946-1955)" http://www.mast.br/arquivos_sbhc/189.pdf
11. Rotunno, Catalina y Diaz de Guijarro, Eduardo (comp.)." La Universidad de lo Posible ".Libros del Zorxal. Buenos Aires, (2003).
12. Sadosky, Manuel. "El Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales". Revista de la UBA, Año VII, pps.646-650.(1962).


[39] Entre ellos Juan Chamero, Mauricio Milchberg, Sergio Orce, Jose Fernandez Pernas, Alfredo Perez, Heriberto Scala, Juan Vella, Marcelo Larramendy y Hector Monteverde, todos los cuales aportaron su testimonio. Las expresiones entrecomilladas son de "Pepe" Fernadez Pernas.

# Fundación, retos y primeros logros de la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática

Marta Eunice Calderón

Escuela de Ciencias de la Computación e Informática,
Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica
marta.calderon@ecci.ucr.ac.cr

**Resumen.** La Escuela de Ciencias de la Computación e Infomática de la Universidad de Costa Rica se fundó en 1981, como resultado de la fusión de dos programas distintos pero relacionados, el de Bachillerato en Informática y el de Bachillerato y Licenciatura en Computación. También se creó un nuevo programa de Bachillerato en Computación e Informática, con el cual se introdujeron innovaciones tecnológicas en la educación superior de la disciplina. La Escuela fue creada en un momento de gran cambio en las ciencias de la computación, puesto que la microcomputadora había salido al mercado recientemente y estaba revolucionando el campo. Las organizaciones empezaban a necesitar profesionales capaces de ayudarles a automatizar sus actividades. La Escuela les proveyó tanto de profesionales de alta calidad que formaba como de asesorías y otras actividades de extensión social.

**Palabras clave:** Escuela de Ciencias de la Computación e Informática, Universidad de Costa Rica

**Abstract.** The Escuela de Ciencias de la Computación e Informática at the Universidad de Costa Rica was founded in 1981, as result of merging two different but closely related programs, the Bachelor on Informatics and the Bachelor and Licentiate on Computer Science. A new program was created, the Bachelor and Licentiate on Computer Science and Informatics, on which several technological innovations were introduced. The department was founded at a time when the discipline was changing, because the personal computer had recently appeared in the market and was causing a revolution in the field. Organizations were needing professionals able to help them to automate their activities. The new academic department provided them with both high quality professionals and extra-curricular activities such as consulting and training.

**Keywords:** Escuela de Ciencias de la Computación e Informática, Universidad de Costa Rica

## 1 Introducción

La Escuela de Ciencias de la Computación e Informática (ECCI) de la Universidad de Costa Rica es en la actualidad una unidad académica consolidada y de alta reputación. Los logros que desde sus primeros años de existencia consiguió fueron determinantes para llegar a la situación actual. La fundación de la ECCI fue resultado de un largo proceso de discusión y acción de visionarios que querían darle a la disciplina de las Ciencias de la Computación e Informática la oportunidad de desarrollarse y convertirse en un motor de desarrollo del país.

A diferencia de otras universidades, la ECCI surgió de la fusión de dos programas pertenecientes a dos unidades académicas distintas. Dicha fusión culminó con la creación de un nuevo plan de estudios: el programa de Bachillerato y Licenciatura en Computación e Informática.

La creación de la ECCI encontró muchos obstáculos que fueron vencidos por personas que creían firmemente en lo que estaban haciendo. En su creación, tanto docentes como estudiantes dieron su aporte. Era un momento oportuno para hacer el cambio. La tecnología de las microcomputadoras recién había llegado al mercado costarricense y en ese momento empezaban a crecer enormemente las posibilidades laborales para los graduados en el campo de la computación.

En este artículo recogemos el testimonio de algunos de los que participaron activamente en el proceso de consolidación de la ECCI y la experiencia de los que nos favorecimos del cambio sin saber exactamente lo que estaba ocurriendo. La autora forma parte de la primera generación que ingresó a la nueva Escuela. Además, revisamos la correspondencia interna y resoluciones emitidas por las autoridades universitarias desde 1980 hasta 1985 relacionadas con nuestra investigación, todas disponibles en el archivo de la ECCI.

La estructura de este documento se describe a continuación. En la Sección 2 se describe el contexto dentro del cual surge la inquietud por crear la ECCI. En la Sección 3 se presenta el proceso que concluye con la fundación de la ECCI. En la Sección 4 se describe el nuevo programa creado después de la fundación de la ECCI . En la Sección 5 se describe cómo fue la integración de los estudiantes nuevos y antiguos a la ECCI. En la Sección 6 se presenta el proceso de selección de área y facultad a las que estaría adscrita la ECCI. En la Sección 7 se menciona cómo la ECCI impulsó el desarrollo de programas de informática en sedes regionales. En la Sección 8 se exponen las actividades de extensión social y los logros conseguidos por la ECCI durante sus primeros años de existencia. Finalmente, en la Sección 9 se presentan las conclusiones.

## 2 Contexto previo a la fundación de la ECCI

Durante el primer lustro de la década de los años setenta, se crearon paralelamente en la Universidad de Costa Rica dos planes de estudios relacionados con la computación y la informática. Como parte de la Escuela de Matemática, se creó el Departamento de Computación, en el cual se impartía el programa de Bachillerato y Licenciatura en

Ciencias de la Computación. Por otro lado, un grupo de estadísticos e ingenieros químicos y eléctricos impartía el Bachillerato en Informática en el Centro de Informática, una unidad administrativa que también había asumido un rol docente [1]. En 1975, a su regreso de estudiar en Estados Unidos, el profesor Javier Gaínza asumió la dirección del Departamento de Computación, puesto que ocupó hasta 1981.

Durante ocho años ambos programas se desarrollaron con énfasis diferentes. Así, por ejemplo, el Bachillerato en Ciencias de la Computación incluía diez cursos de matemáticas compartidos con la carrera de Matemática e impartidos por los profesores de la Escuela de Matemática, mientras que los cursos de programación, estructuras de datos y sistemas eran impartidos por docentes del Centro de Informática [2,3]. El bachillerato en Informática incluía cursos de economía, contabilidad, finanzas y física que no estaban contemplados en el plan de estudios de Ciencias de la Computación.

Entre ambos programas se daba rivalidad, surgida del hecho de que en Ciencias de la Computación se graduaban los estudiantes, dado que el profesor Gaínza y otros profesores de Matemáticas se preocupaban por conseguir becas, otorgadas algunas por instituciones públicas, para que pudieran dedicarse sólo a estudiar, mientras que en Informática no había graduados, puesto que se consideraba que era más importante trabajar [2]. La mayoría de los estudiantes de Informática estaban empleados por el mismo Centro de Informática. Además, los primeros graduados en Ciencias de la Computación consiguieron rápidamente ingreso en universidades extranjeras, donde fueron a obtener posgrados.

También es importante resaltar que existían razones presupuestarias que motivaron la creación de la nueva Escuela. Los programas de Informática y Ciencias de la Computación atrajeron rápidamente una gran cantidad de estudiantes. Por ejemplo, de 1974 a 1980, 497 estudiantes habían ingresado al programa de Ciencias de la Computación. Esta gran demanda empezó a causar problemas tales como que ninguna de las dos unidades contaba con suficiente personal docente para atenderlos ni con la estructura administrativa necesaria [4]. En el caso del Departamento de Computación de la Escuela de Matemática, este no contaba con un presupuesto propio del que pudiera disponer, lo cual representaba una serie limitación para poder crecer [3].

Además, también existía rivalidad entre los programas de Matemática y de Ciencias de la Computación [5]. Esta última era una carrera emergente con gran potencial de crecimiento, por lo que era vista por los profesores de Matemática como una amenaza. Surgieron conflictos políticos dentro de la Asamblea de Escuela de Matemática, cuerpo colegiado formado por los profesores titulares, que hicieron que los estudiantes de Ciencias de la Computación solicitaran al entonces Rector, Dr. Claudio Gutiérrez Carranza, la independencia de su carrera. De esta forma, argumentaron los estudiantes, la carrera en el campo de la computación tendría mayores oportunidades de crecimiento.

El Dr. Gutiérrez acogió esta solicitud y de ello surgió la idea de unificar ambos programas, los de Informática y Ciencias de la Computación, y crear la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática. Para que la idea se materializara, era necesario seguir un largo camino de aprobaciones.

## 3 Fundación de la ECCI

En el IV Congreso Universitario de la UCR, realizado en 1980, docentes y una representación de estudiantes de la carrera de Ciencias de la Computación presentaron la ponencia No. 39, en la que proponían la creación de la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática (ECCI) [6].

La resolución del IV Congreso Universitario respecto a dicha ponencia fue recomendar la fundación de la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática y la reorganización del Centro de Informática, iniciativa previamente también apoyada por la Rectoría, el Consejo Asesor de la Facultad de Ciencias y el Consejo Universitario [7].

En la Asamblea Representativa Colegiada del 11 de marzo de 1981, se aprobó la creación de la ECCI. Las resoluciones VD-1015-81 [8] y VD-1077-81 [9] de la Vicerrectoría de Docencia definieron las condiciones de su creación. La ECCI quedó temporalmente asdcrita directamente a la Vicerrectoría de Docencia y se dio un periodo de dos años para que la Asamblea de Escuela decidiera a cuál área y facultad se uniría posteriormente. Existía cierta preferencia de parte de los docentes y estudiantes de Ciencias de la Computación por permanecer en el área de Ciencias [6], pero los de Informática se inclinaban más hacia la de Ingeniería. Por esta razón, se consideró mejor dejar pasar un tiempo antes de tomar la decisión.

Se comenzó entonces la tarea de organización de la nueva escuela. El Consejo Universitario, en su sesión 2773 del 6 de abril de 1981, nombró como director de la nueva escuela al profesor Javier Gaínza, quien fue el único candidato [10]. Los estudiantes de Informática no estaban de acuerdo con dicha decisión [11]. Por esta razón, el recién nombrado director tenía un gran reto por delante: ganarse la confianza de los estudiantes de Informática y lograr la integración de todos los estudiantes en la nueva Escuela.

El cuerpo docente de la ECCI quedó conformado, en un principio, por los profesores en régimen académico (titulares) tanto del Centro de Informática como del Departamento de Computación. En total, el cuerpo docente quedó integrado por trece docentes, seis de ellos de Informática y siete de Computación [9].

Por su parte, los estudiantes de ambos programas pasaron automáticamente a estar empadronados en la ECCI, aunque conservaron el derecho a terminar sus estudios con el plan de estudios en el que habían empezado sus estudios [11]. Sin embargo, los estudiantes que a partir del momento de creada la ECCI solicitaron ingreso tuvieron sólo una opción: Bachillerato y Licenciatura en Computación e Informática, nombre que recibió una nueva carrera que empezó a admitir estudiantes para iniciar estudios en 1982. Mientras que la mayoría de los estudiantes empadronados en el programa de Ciencias de la Computación optaron paulatinamente por pasarse al nuevo programa, los de Informática prefirieron permanecer en este programa.

El nombramiento del director de la nueva escuela así como el traslado de docentes no estuvieron exentos de algún nivel de conflicto. La fusión era vista por algunos como una pérdida. Por ejemplo, la Escuela de Matemática cedía sus docentes pero alegaba que ellos estaban a cargo de impartir otros cursos además de los de Ciencias de la Computación y que por tanto se veían afectados directamente [12].

## 4 El nuevo programa en Computación e Informática

En el plan de estudios del nuevo programa de Bachillerato y Licenciatura en Computación e Informática se conservó la mayor parte de los cursos de Ciencias de la Computación. Puede decirse que, en la fusión de los dos programas, el de Ciencias de la Computación fue el dominante, pues el nuevo plan de estudios heredó la mayoría de los cursos de Ciencias de la Computación, especialmente por la permanencia de trece cursos de matemática pura o aplicada. En total, de las 40 materias que componían el plan de estudios de la nueva carrera, sólo siete materias no coincidían con las del plan de Ciencias de la Computación. El plan de estudios de bachillerato de la nueva carrera, con un total de 144 créditos, se muestra en la Figura 1. La licenciatura se componía de siete cursos electivos adicionales, el seminario de graduación y la defensa de tesis.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SEM. 1 | MA-0123 INTR. MATEM. 4 | EG-0123 HUMANIDADES 6 | REPERTORIO 4 | LM-1003 INGLES BASICO I 2 | EF- ACT. DEPORT. I 0 |
| SEM. 2 | MA-0205 ALGEBRA Y ANALISIS I 5 | EG-0123 HUMANIDADES 6 | CI-1101 PROGRAM. I 5 | LM-1004 INGLES BASICO II 2 | EF- ACT. DEPORT. II 0 |
| SEM. 3 | MA-0316 MATEM. I 4 | MA-0317 MATEM. II 4 | CI-1201 PROGRAM. II 4 | COMPLEMEN- TARIO 3 | EG- ACT. ARTIST. I 2 |
| SEM. 4 | MA-0415 MATEM. III 4 | MA-0417 MATEM. IV 4 | CI-1203 INTR. ORG. COMPUTAD. 4 | CI-1202 INT. SIST. COMPUTACION. 4 | EG- ACT. ARTIST. II 2 |
| SEM. 5 | MA-0505 ANALISIS. 5 | CI-1351 PROGRAM. LINEAL 4 | CI-1301 INT. PROCES. ARCHIVOS 4 | COMPLEMEN- TARIO 4 | EG- SEM. REALIDAD NACIONAL I 2 |
| SEM. 6 | MA-0508 ECUACIONES DIFERENCIALES 5 | CI-1352 INVESTIG. OPERACIONES 4 | CI-1302 SISTEMAS OPERATIVOS I 4 | CI-1303 ESTRUCT. DATOS 4 | EG- SEM. REALIDAD NACIONAL II 2 |
| SEM. 7 | CI-1451 METODOS Y ANALI. NUMER. 4 | CI-1452 INVESTIG. OPERACIONES II 4 | CI-1401 ANAL. Y DISEÑO SISTEMAS I 4 | COMPLEMEN- TARIO 3 | CI- ELECTIVA 4 |
| SEM. 8 | CI-1410 INFORMATICA Y SOCIEDAD 4 | CI-1453 INVESTIG. OPERACIONES III 4 | CI-1402 ORG. LENG. PROGRAMAC. 4 | CI-1403 SISTEMAS OPERATIVOS II 4 | CI- ELECTIVA 4 |

**Figura 1.** Plan de estudios del Bachillerato en Computación e Informática en 1982, organizado por semestres, con un total de 144 créditos. Cada materia tiene un número de créditos asociados, que es el número arriba y a la derecha de cada materia..

Para decidir cuáles cursos se incluirían en el plan, se tomaron como guía las recomendaciones que la Association for Computing Machinery (ACM) daba para definir un plan de estudios de bachillerato en Ciencias de la Computación [13]. Nótese que no se incluían cursos de redes ni de bases de datos, porque eran innecesarios en ese momento, dado que las tecnologías en esos campos no habían avanzado tanto y no se utilizaban a nivel de la industria. Las instituciones del sector público, que eran por aquel entonces la mayoría de las pocas que contaban con un centro de cómputo o de informática [14], utilizaban equipos *mainframes* o minicomputadoras con sistemas centralizados. Las bases de datos que se utilizaban no eran relacionales.

Era común escuchar la queja de los estudiantes de la ECCI por la enorme cantidad de cursos de matemática que debían tomar. La razón de esta queja era que muchos estudiantes no lograban aprobarlos la primera vez que los matriculaban. Si bien sólo aparecen ocho materias de la Escuela de Matemáticas (las de sigla MA-XXXX), otros cinco cursos eran de matemática aplicada (ver materias CI-1351, CI-1352, CI-1451, CI-1452 y CI-1453 en Figura 1). Lo interesante es que hoy en día es común escuchar decir a los egresados de las primeras generaciones de la ECCI que los cursos de matemática fueron muy importantes en su formación, porque les dieron un esquema de pensamiento. No estamos seguros de que fueran necesarios tantos cursos para conseguir este objetivo, pero al menos los que estudiamos bajo este plan de estudios aprendimos a pensar.

En 1982, aproximadamente 100 estudiantes fueron admitidos en el nuevo programa. Ese año, 812 estudiantes estaban empadronados en la ECCI, de los cuales 408 correspondían a Informática, 176 a Ciencias de la Computación y 228 a Computación e Informática [15]. Como puede notarse, aproximadamente 128 estudiantes inicialmente ingresados a Ciencias de la computación o Informática se trasladaron al nuevo programa.

Algunas novedades tecnológicas de gran impacto fueron introducidas en el plan de estudios de la nueva carrera. Para empezar, se introdujo un gran cambio en el primer curso en el área de computación e informática, Programación 1. Dicho curso se impartió por primera vez con un nuevo programa en el segundo ciclo de 1982. Los estudiantes que se matricularon en el curso fueron en su mayoría estudiantes que habían ingresado ese mismo año a la universidad.

El diseño del programa de Programación 1 estuvo fuermente influenciado por las ideas de Dianelos Georgoudis [2], un profesor griego que había estudiado ingeniería eléctrica en la Escuela Politécnica Federal de Zurich, Suiza, donde fue alumno del profesor Niklaus Wirth, uno de los creadores del lenguaje Pascal y de otros lenguajes de programación [16]. El profesor Georgoudis llegó a Costa Rica en el año 1981 y laboró como profesor invitado de la ECCI por más de tres años.

El programa del curso Programación 1 se centró en la enseñanza de los conceptos básicos de programación con Pascal. El lenguaje que se enseñaba previamente en el primer curso de programación de las carreras de Ciencias de la Computación y de Informática era Fortran [3, 17]. La decisión de enseñar Pascal, prácticamente en aquel momento de uso exclusivo en el área académica, tenía una razón importante de ser: desde que fue diseñado, se pensó en un lenguaje que facilitara el aprendizaje de los conceptos de programación.

Una novedad adicional que trajo consigo el uso de Pascal fue la posibilidad de introducir un paradigma de programación prácticamente totalmente desconocido en Costa Rica para ese entonces: la programación estructurada. Aunque hoy en día este paradigma ha cedido terreno ante el de programación por objetos, es justo reconocer que en aquel momento el cambio representó un gran avance con respecto a los largos programas ilegibles por el uso de la instrucción *go to*. Pocos años después, este cambio provocó también una mejora en el proceso de desarrollo de aplicaciones comerciales en el país.

Otra novedad importante que se introdujo con el curso de Programación 1 fue que no se utilizaron las tarjetas perforadas, sino que, por primera vez, los estudiantes pudieron utilizar terminales para digitar y ejecutar sus tareas programadas. La UCR había adquirido recientemente un equipo de tiempo compartido Burroughs B6920, el cual era utilizado tanto por el Centro de Cómputo para labores administrativas como por la ECCI para la docencia. La generación de estudiantes del año 1982 fue la primera que contó con esta oportunidad.

Con sólo ocho terminales se tenía que satisfacer la demanda de todos los estudiantes de los cursos que incluyeran tareas programadas. Esto hacía que el tiempo asignado a cada estudiante fuera sumamente restringido: dos horas por semana por cada curso cuya evaluación incluyera tareas programadas. Por lo general, los estudiantes tenían dos semanas de tiempo para programar una tarea, lo cual representaba un total de cuatro horas de terminal para una tarea. Por esta razón, era prácticamente obligatorio que, al sentarse frente a la terminal, los estudiantes hubieran dedicado muchas horas a pensar en los algoritmos y escribir el código fuente. No podían perder tiempo mientras estaban sentados frente a la terminal. Esto les creó el hábito de analizar el problema y pensar en el algoritmo antes de empezar a escribir código. Lamentablemente, debido al exceso de tiempo de máquina de la que disfrutan los estudiantes hoy en día, muchos suelen sentarse frente a la computadora a diseñar pantallas sin haber pensado previamente en los algoritmos y las estructuras de datos que utilizarán.

En el momento de crearse la ECCI se esperaba la llegaba de una microcomputadora Cromemco con procesador Z-80 y 64 kilobytes de memoria, cuya compra había sido gestionada por el profesor Gaínza [18]. Era la primera microcomputadora adquirida por la UCR [3]. Este equipo constituiría posteriormente una importante herramienta para cursos de lenguaje ensamblador (CI-1202 en Figura 1) y otros.

La primera red de computadoras, marca North Star, llegó a la ECCI en 1984 [19]. Once computadoras compartían una única unidad de disquetes de 5 ¼ pulgadas. Aunque esta situación generaba un poco de incomodidad a los estudiantes, la nueva red ofrecía la ventaja de que los estudiantes podían trabajar más rápidamente y que podían llevarse consigo su trabajo. Las redes eran una gran novedad en ese momento en Costa Rica.

Desde 1982 hasta la fecha el plan de estudios ha experimentado cambios sustanciales para ajustarse al galopante avance de la tecnología. Se ha disminuido el número de cursos de matemáticas y se ha cambiado su contenido. Se han agregado cursos de ingeniería de software, bases de datos y redes, entre otros. Se han introducido laboratorios para que los estudiantes puedan realizar proyectos prácticos

en algunos cursos. Se eliminaron los cursos complementarios y se agregaron más cursos electivos.

## 5 Integración de los estudiantes

La ECCI se ubicó en el segundo piso del edificio nuevo del Centro de Informática. El escaso espacio disponible para el estudiantado se limitaba a la sala de las terminales, una pequeña sala de estudio y dos aulas, las cuales no eran suficientes, por lo que con frecuencia las lecciones se impartían en edificios de otras unidades académicas. Esta escasez de espacio favoreció enormemente el hecho de que todos los estudiantes de la ECCI se conocieran, ya que era fácil coincidir con los demás en las salas de terminales y estudio.

Para las generaciones que ingresaron en el año 1982 y posteriormente, la fusión de carreras fue transparente. Para las anteriores sí hubo impacto, especialmente para los que ingresaron en 1980 y 1981. En la resolución No. 1015-81 de la Vicerrectoría de Docencia se especificaba que se respetarían los derechos adquiridos por los estudiantes [8]. Se respetaron dichos derechos, pero muchos estudiantes se atrasaron en su avance en el plan de estudios.

La razón de ello fue principalmente de índole presupuestaria. La ECCI tenía que impartir los cursos de tres programas. Los cursos para los estudiantes que cursaban tercero y cuarto año de Informática y de Ciencias de la Computación se abrieron, aunque muchas veces como cursos compartidos. Sin embargo, los que estaban en segundo año, en su mayoría ingresados en 1981, tuvieron que tomar los cursos del nuevo programa, porque no era viable, en términos presupuestarios, abrir más de un curso con contenido similar, uno para cada programa. Esto les significó un atraso, puesto que los cursos de Computación e Informática se impartían sólo una vez al año. Por tanto se vieron obligados a esperar [17].

De esta forma, los estudiantes ingresados en 1982 alcanzaron a los ingresados en 1981 y algunos de 1980. Esta situación favoreció la integración de los estudiantes de la ECCI. Por un lado estaban los estudiantes transferidos de las dos carreras originales. Aunque las viejas rivalidades entre programas no desaparecieron del todo, sí se disiparon mucho, porque ahora todos compartían los mismos cursos. Justamente por esta razón, los estudiantes de Informática fueron los que más sufrieron durante el periodo de transición, ya que no siempre contaban con la base matemática necesaria para enfrentar los cursos de la nueva carrera. Por otro lado, los estudiantes ingresados bajos los programas originales y bajo el nuevo programa también se vieron obligados a unirse y ser compañeros. De esta forma, se creó una cultura en la que todos eran parte de la ECCI.

Se dio una situación de desventaja para los ingresados antes de 1982, empero [17]. No aprendieron el lenguaje Pascal ni sobre estructuras de datos dinámicas, pero, al llegar a cursos superiores como estructura de datos, los profesores suponían que todos en el aula ya conocían dichos conceptos. Por esta razón se vieron obligados a aprender por cuenta propia o a preguntarle a los estudiantes que sí lo habían aprendido. Afortunamente esta situación no fue obstáculo para que se graduaran.

## 6 Selección de área y facultad

Tal como quedó previsto en el momento de la creación de la ECCI, dos años después la Asamblea de Escuela debía tomar la decisión sobre a cuál área y facultad se pertenecería. En junio de 1983 empezó el proceso de discusión del tema, el cual duró varios meses. En el proceso participaron docentes, estudiantes y egresados. Las dos opciones eran la Facultad de Ciencias Básicas en el área de Ciencias Básicas y la Facultad de Ingeniería en el área de Ingeniería y Arquitectura. La Asamblea de Escuela estaba dividida al respecto [3]. La decisión era difícil, puesto que existía un nexo muy fuerte entre la ECCI y la Escuela de Matemática, parte de la Facultad de Ciencias Básicas, debido a que la segunda era una de las unidades maternas de la primera. Se cursó invitación a los consejos asesores de cada facultad para que tuvieran la oportunidad de exponer por qué tenían interés en que la ECCI se integrara a su respectiva facultad [20, 21].

El nexo tan fuerte que existía entre la carrera de Ciencias de la Computación y la ECCI pesaba mucho, tanto de forma positiva como negativa. Algunos se sentían todavía fuertemente identificados con su escuela madre, mientras que otros tenían presente que Computación era visto como una amenaza para Matemática [5]. En cuanto a la Facultad de Ingeniería, ésta también tenía adeptos, puesto que la carrera de Informática era impartida por ingenieros químicos y eléctricos. Sin embargo, ellos no eran lo únicos. Los profesores provenientes de la Escuela de Matemática estaban divididos entre las dos opciones. Los que se sentían muy identificados con esta Escuela argumentaban que la nueva carrera tenía un enfoque de ciencia, que se había desarrollado con la idea de descubrir teorías, e investigar sobre diseño de hardware y computabilidad. Por todas estas razones debía formar parte la Facultad de Ciencias [3].

Por el otro lado, estaban los argumentos a favor de unirse a la Facultad de Ingeniería. Un argumento muy fuerte era que esta Facultad poseía más estudiantes y mayor peso político dentro de la UCR, lo que ayudaría a hacer la nueva carrera más visible para aquellos que estaban fuera de la Universidad. Sería, por tanto, más fácil atraer estudiantes potenciales [2, 3]. El otro argumento fuerte también estaba orientado en el mismo sentido, ya que se exploraba la posibilidad de que los egresados de la ECCI pudieran afiliarse al Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica, aunque esto nunca llegó a concretarse [2, 3].

Pocos días antes de la fecha en que se había convocado la reunión de Asamblea de Escuela en la que se efectuaría la elección, la Asociación de Estudiantes de Ciencias de la Computación e Informática realizó una asamblea ordinaria, en la cual, por decisión unánime, los estudiantes de la ECCI votaron a favor de pertenecer al Área y la Facultad de Ingeniería y así se lo hizo saber el Presidente de la Asociación al Director de la ECCI [23]. No es posible saber, en la actualidad, cuál porcentaje del estudiantado de la ECCI participó en dicha asamblea, por lo cual no es posible asegurar que lo acordado fuera el sentir de la mayoría de los estudiantes. Sin embargo, suponemos que esta decisión tendría influencia en el resultado final de la elección en la Asamblea de Escuela, puesto que en ésta también participarían representantes estudiantiles que votarían según el mandato de sus representados.

Llegado el momento de elegir, el desarrollo final de los acontecimientos hace pensar que no hubo forma de lograr un acuerdo satisfactorio sobre a cuál área y

facultad unirse. Por ello, el profesor Raúl Alvarado propuso a la Asamblea de Escuela una moción, en la cual ofrecía una solución intermedia, la de pertenecer al área de Ingeniería y Arquitectura, sin adscribirse a ninguna de las facultades en el área [22]. Fue la opción que encontró mayor aceptación entre los miembros de la Asamblea y que fue votada con ocho votos a favor, uno en contra y dos abstenciones. La razón de seleccionar esta área es que llegó a determinarse que era la que se consideró más afín a la ECCI, aunque según [2], la decisión también tenía algo de pragmatismo: había que atraer estudiantes.

Por contravenir el Estatuto Orgánico de la Universidad de Costa Rica, la decisión de la Asamblea de Escuela de no integrarse a una facultad fue rechazada por el Rector. La legislación universitaria obliga a toda unidad académica a estar adscrita a alguna. Por lo tanto, en una sesión posterior, la Asamblea de Escuela votó a favor de adscribirse al Área y la Facultad de Ingeniería [24]. El resultado de la elección fue: ocho votos a favor, uno en contra y dos abstenciones.

Esta decisión fue objetada por el entonces decano de Ciencias, Dr. Jorge Mora Urpí, porque consideraba que de esta forma se rompía un compromiso moral adquirido por la ECCI de "continuar el desarrollo de ciertas áreas de las matemática aplicada con la Escuela de Matemática" [4].

Pese a esta objeción, la decisión de la Asamblea de Escuela de la ECCI fue aprobada en la sesión del 22 de junio de 1984 por la Asamblea Colegiada Representativa [25], ente encargado de definir los lineamientos generales de las políticas de la UCR, entre otros.

## 7 Programas de informática en sedes regionales

Entre 1983 y 1984, el director de la ECCI, el profesor Gaínza, acompañado de otros docentes, viajó varias veces a Liberia, provincia de Guanacaste, donde la UCR tiene una sede regional, para tratar de convencer a los locales de que el desarrollo económico que se daría en la región requeriría de profesionales en el campo de la computación e informática [2]. Su entusiasmo logró que el señor Guillermo Vargas, diputado en ese entonces por la provincia de Guanacaste, se comprometiera a buscar los fondos necesarios para comprar e instalar el primer laboratorio de microcomputadoras, requisito indispensable para poder empezar a impartir una carrera de computación e informática. En 1985 empezó a impartirse el Diplomado en Informática Empresarial en la Sede Regional de Liberia, un programa de dos años, aunque el objetivo era que posteriormente se convirtiera en un bachillerato.

Una de las tareas más difíciles para poder iniciar la carrera fue justamente conseguir docentes dispuestos a vivir lejos de la capital. Fueron estudiantes graduados de la carrera de Ciencias de la Computación los que se desplazaron para empezar a impartir los cursos [2].

El proyecto fue exitoso y pronto, por iniciativa propia, otras sedes regionales también empezaron a impartir programas de diplomado, tal como la Sede del Atlántico, donde se contó con el apoyo de los profesores Gabriela Marín Raventós y Francisco Mata Chavarría, ambos graduados de Ciencias de la Computación [2].

En la actualidad se imparte el programa de Bachillerato en Informática Empresarial en todas las sedes regionales y los recintos de la UCR. De esta forma, se logró que el conocimiento sobre computación e informática se distribuyera por todo el país, en lugar de concentrarse exclusivamente en el área central [26].

Muchos de los profesores que empezaron a impartir los cursos en las demás sedes regionales se formaron en la ECCI a nivel de bachillerato y licenciatura. Algunos retornaron a las aulas de la Sede Central, años después, para actualizar sus conocimientos con estudios de maestría en computación e informática.

## 8 Extensión social y logros durante los primeros años

A partir de 1983, la ECCI, además de sus responsabilidades académicas, desarrolló actividades de extensión social. En este sentido, brindó colaboración en beneficio de diversas instituciones públicas, tales como: cursos a funcionarios de la Contraloría General de la República, análisis técnicos sobre ofertas de licitaciones públicas, análisis de encuestas para la Casa Presidencial, y estudios de prefactibilidad de análisis y necesidades de equipo de procesamiento de datos al Consejo Nacional de Producción, entre otros [27]. Esta colaboración con instituciones públicas fue muy valiosa en su momento, pues se empezaba a difundir ampliamente el uso de computadores y no todas las instituciones contaban con personal capacitado para la toma de decisiones en el campo.

Un logro muy importante de la ECCI fue conseguir la exoneración de impuestos de las microcomputadoras [2]. La ECCI fue creada en la época en que los microcomputadores recién habián salido al mercado. Hoy en día sabemos el importantísimo papel que jugó esta tecnología en el desarrollo informático de nuestro país. Sin embargo, cuando las primeras microcomputadoras ingresaron al país, eran incomprables debido a los altos impuestos que se les imponían. La ECCI como un todo, docentes y estudiantes, generó un movimiento para luchar por la exoneración de impuestos de las microcomputadoras. Las ventajas de conseguirlo eran incalculables.

Este esfuerzo fructificó y se materializó en el artículo 33 de la Ley 7012 del 4 de noviembre de 1985 [28]. A partir de ese momento, las microcomputadoras y sus accesorios, partes, componentes y repuestos quedaron exonerados de todos los impuestos y tasas, excepto del impuesto de ventas.

Esta exoneración dio a muchas empresas costarricenses pequeñas y medianas la oportunidad de adquirir por primera vez capacidad computacional, previamente casi de propiedad exclusiva de instituciones públicas. Si bien no existían muchas aplicaciones de software, las empresas integraron las microcomputadoras en sus actividades diarias, con aplicaciones de procesamiento de texto y hojas de cálculo. La mayor cantidad de microcomputadoras favoreció dos actividades económicas: el desarrollo y la comercialización de aplicaciones de software. Ambas actividades, a su vez, generaron nuevos puestos de trabajo. La industria de software costarricense, que ya había surgido, vio ampliar su mercado. Empresas como Soluciones Integradas (SOIN), fundada en 1984 [29], Tecnología Apropiada (Tecapro), fundada en 1985 por docentes y egresados de la ECCI [30], y Exactus, fundada más tarde, en 1987 [31],

estuvieron entre las primeras empresas que pudieron aprovechar las nuevas oportunidades.

Sería muy largo enumerar los logros de la ECCI desde que fue fundada. Sin embargo, sí podemos asegurar que, desde entonces, ha sido una importante fuente de profesionales altamente calificados, los cuales hoy en día se desempeñan en tareas muy variadas, desde docentes hasta empresarios.

## 9 Conclusiones

La fundación de la ECCI representa la culminación de un proceso de maduración de la actividad académica en el campo de las ciencias de la computación e informática en la Universidad de Costa Rica. Es la oportunidad que se necesitaba para consolidar la enseñanza de esta disciplina y asegurar su crecimiento futuro. Su fundación se dio en un momento que representa un punto de inflexión en la historia mundial de la computación: la aparición de la microcomputadora. Los que vivieron el cambio poseen distintas opiniones sobre si les favoreció o no, pero lo que no se puede dudar es que la ECCI fue el resultado del esfuerzo de visionarios que, apoyados por las autoridades universitarias, reconocieron que era necesario crear una unidad académica aparte, con independencia y capacidad de formar los profesionales que Costa Rica necesitaría para su desarrollo.

## Referencias

1. Centro de Informática. El Centro de Informática de la Universidad de Costa Rica. Archivo de la ECCI, 1976
2. Calderón, M. Entrevista sobre fundación de la ECCI realizada a Gaínza, Javier, director fundador de la ECCI y profesor emérito. San Pedro, diciembre, 2009
3. Calderón, M. Entrevista sobre fundación de la ECCI realizada a Vargas, Juan José, profesor fundador de la ECCI y profesor emérito. San Pedro, enero, 2010
4. Urpí, J. Memorandum DFC-144-84 del Decano de Ciencias al Dr. Fernando Durán A., Rector de la UCR. San Pedro, 1 de junio de 1984. Archivo de la ECCI.
5. Calderón, M. Entrevista sobre fundación de la ECCI realizada a Marín Raventós, Gabriela, profesora catedrática de la ECCI. San Pedro, enero, 2010
6. Carta al personal docente y estudiantes del Centro de Informática de docentes y estudiantes de Ciencias de la Computación. San Pedro, 22 de abril de 1980. Archivo de la ECCI.
7. Acuña B., A. Memorandum DFC-486-80 del Decano de la Facultad de Ciencias a la Lic. Mireya Hernández de Jáen, Presidenta del Consejo Universitario. San Pedro, 25 de setiembre de 1980. Archivo de la ECCI.
8. Vicerrectoría de Docencia. Resolución VD-1015-81 del 14 de abril de 1981. San Pedro. Archivo de la ECCI.
9. Vicerrectoría de Docencia. Resolución VD-1077-81 del 1 de julio de 1981. San Pedro. Archivo de la ECCI.
10. Consejo Universitario. Acta de la Sesión No. 2773 del Consejo Universitario del 6 de abril de 1981. San Pedro. Archivo de la ECCI.
11. Méndez B., L. Carta a la Lic. Mireya Hernández de Jaén, Presidenta del Consejo Universitario del 3 de abril de 1981. Archivo de la ECCI.

12. Arguedas T., V. Memorandum DEM'507'81 del Director de la Escuela de Matemática a la Sra. Mireya Hernández, Presidenta del Consejo Universitario, del 23 de junio de 1981. Archvo de la ECCI.
13. ACM. Curriculum´78. Recommendations for the Undergraduate Program in Computer Science. A Report of the ACM Curriculum Committee on Computer Science. En Communications of the ACM, vol. 22, No. 3, ACM, Nueva York, pp. 147-166 (1979)
14. Ramírez R., C.. La tercera revolución educativa costarricense: memoria de la creación y puesta en marca de la UNED (1975-1982) Primera edición, Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica (2006)
15. Gaínza E., J. Memorandum ECI-083-84 del Director de la ECCI a la Sra. Ana Zúñiga, Vicerrectora de Docencia, del 20 de marzo de 1984. Archivo de la ECCI.
16. Calderón, M. Entrevista sobre fundación de la ECCI realizada a Georgoudis, Dianelos, profesor invitado de la ECCI 1981-1985. San Pedro, enero, 2010
17. Calderón, M. Entrevista sobre fundación de la ECCI realizada a Kikut Valverde, Gabriela, estudiante ingresada en 1981 y profesora de la ECCI. San Pedro, enero, 2010
18. Gainza E., J. Circular ECI-075-081 a profesores de la ECCI del 12 de junio de 1981. Archivo de la ECCI.
19. Gaínza E., J. Memoradum ECI-232-84 del Director de la ECCI a los profesores del curso CI-0203 del 16 de julio de 1984. Archivo de la ECCI.
20. Sin autor. Acta #22 de la Asamblea de Escuela de Ciencias de la Computación e Informática del 6 de julio de 1983. Archivo de la ECCI.
21. Gaínza E., J. Memorandum ECI-209-83 del Director de la ECCI al Ing. Rodolfo Herrera, Decano de la Facultad de Ingeniería, del 14 de julio de 1983. Archivo de la ECCI.
22. Sin autor. Acta #24 de la Asamblea de Escuela de Ciencias de la Computación e Informática del 5 de octubre de 1983. Archivo de la ECCI.
23. Cabrera Vega, Miguel. Memorandum del Presidente de la Asociación de Estudiantes de Ciencias al Sr. Javier Gaínza, Director de la ECCI, 17 de agosto de 1983. Archivo de la ECCI.
24. Sin autor. Acta #25 de la Asamblea de Escuela de Ciencias de la Computación e Informática del 30 de noviembre de 1983. Archivo de la ECCI.
25. Sin autor. Acta #31 de la Asamblea Colegiada Representativa del 22 de junio de 1984. Archivo de la ECCI.
26. Programas de Grado que ofrece la Universidad de Costa Rica. Página web de la Universidad de Costa Rica. URL: http://www.ucr.ac.cr/programas_grado.php
27. Gaínza E., J. Memorandum ECI-201-84 del Director de la ECCI a la Lic. Janina del Vecchio, Vicerrectora de Docencia, del 19 de junio de 1984. Archivo de la ECCI.
28. Asamblea Legislativa de Costa Rica. Ley 7012 Creación del Depósito Libre Comercial de Golfito del 4 de noviembre de 1985. Sistema Costarricense de Información Jurídica. URL: http://www.pgr.go.cr/scij//Busqueda/Normativa/Normas/nrm_repartidor.asp?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=7110&nValor3=7599&strTipM=FN
29. Quiénes somos. Página web de Soluciones Integrales S.A. URL: http://www.soin.co.cr/
30. Calderón, M. Entrevista sobre fundación de Tecapro realizada a Valverde, Mauricio, profesor de la ECCI. San Pedro, enero, 2010
31. ¿Quiénes somos? Página web del Grupo Softland. URL: http://www.softland.cr/quienes-somos

# O surgimento das redes locais no Brasil

Rodney Ferreira de Carvalho
SERPRO – Serviço Federal de Processamento de Dados
Rio de Janeiro, Brasil
Rodney.F.Carvalho@GMail.com

Maio de 2010

**Resumo**

Estudamos a evolução do mercado de Redes Locais de Computadores, focando na polêmica surgida no Brasil no final dos anos 1980, sobre o licenciamento do software Novell Netware, *vis-à-vis* a legislação então vigente que estabelecia uma reserva de mercado para software para microcomputadores com base na existência de "similar nacional". Em torno dos fatos históricos, desenvolvemos uma discussão sobre o enquadramento mercadológico dos artefatos de Tecnologia da Informação.

**Abstract**

We study the evolution of the Local Area Networks market, focusing in the controversy in Brazil during the late 1980's around the licensing of Novell's Netware network server software, *vis-à-vis* the current local legislation, which established a market reserve on microcomputer software, based on the existence of a "national similar". Around the historical facts, we develop an exploratory discussion on the market framing of Information Technology artifacts.

## A Tecnologia

Embora a tecnologia de redes locais (LAN – Local Area Networks) remonte ao início dos anos 70, com os desenvolvimentos da Xerox no lendário PARC – Palo Alto Research Center, ela só começou a se firmar como uma tecnologia central para a infra-estrutura de Tecnologia da Informação (TI) nas empresas na década de 1990. No ambiente acadêmico podemos recuar ao início dos anos 1980, com a introdução dos microcomputadores genéricos de baixo custo, da linha PC-compatíveis, que tornou a combinação PC + LAN como uma alternativa viável e econômica para minicomputadores e redes de terminais e, mais tarde, para os próprios mainframes.

Por outro lado, o sucesso desta tecnologia não se limita ao seu papel como base capilar da infra-estrutura corporativa de redes de computadores. O tipo de solução – comutação de pacotes com controle distribuído e multiplexação por divisão de tempo[1] – a "família" IEEE-802, adotado originalmente nas LANs, influenciou também as redes de longa distância. Mais tarde, esta tecnologia influenciou também soluções para voz e imagens, substituindo a tradicional comutação por circuitos e sendo também utilizada no núcleo dos comutadores digitais de circuitos, nas centrais telefônicas digitais.

No Brasil, a introdução desta tecnologia, ao longo da década de 1980, coincidiu com a vigência da Reserva de Mercado de Informática e produziu uma grande polêmica, com atores e interesses diversos se posicionando pró e contra a inclusão dos sistemas de gerenciamento de redes locais como objeto da reserva. Esta discussão se moveu para o campo do software – o então chamado sistema operacional de rede, ou SOR, e daí focou-se na questão da existência ou não de similar nacional, dando margem a perícias, julgamentos administrativos e questões judiciais. Nos anos 1990, as funcionalidades de rede foram incorporadas aos sistemas operacionais, a partir do Windows 95, esvaziando aquela polêmica e também o mercado independente de SOR.

O fato interessante daquela polêmica é que muitos actantes não enxergaram a existência de um SOR robusto e confiável como um ponto fundamental para a escalabilidade das soluções baseadas em micros, tornando-as poderosas o bastante para desafiar os mainframes no ambiente corporativo e, portanto, reforçando a posição da nascente indústria nacional. Ao contrário, entenderam que a liberação de um software estrangeiro para o ambiente de microinformática abriria uma brecha perigosa na reserva de mercado, que estava avançando na área de software.

Hoje existem cursos de formação superior específica para técnicos em redes de computadores, extremamente focados em LANs, e com boa aceitação no mercado, e empresas especializadas na instalação dessa infra-estrutura.

---

[1] Versus comutação por circuitos e multiplexação por divisão de frequência, tradicionais nas redes telefônica, de telex e mesmo de televisão e rádio.

Hoje uma placa LAN se resume praticamente a um único chip, e a grande maioria das placas-mãe para PC apresenta a opção "LAN on Board". A grande ameaça ao mercado de instalação de redes vem de caixas-pretas ainda mais escuras: a tecnologia Bluetooth e os desenvolvimentos voltados às redes domésticas e ao mercado SOHO – Small Office / Home Office[2], todos focando a simplicidade operacional e de instalação e o uso de tecnologias sem fio, dispensando cabeamento e técnicos.

Nosso objetivo é contar a história da evolução deste mercado, focando principalmente no incidente da polêmica nacional dos anos 1980. Para tal, lançaremos mão de nossa experiência pessoal, durante a polêmica, como participante de diversos foros normativos e como colunista da imprensa especializada e de entrevistas com alguns actantes das áreas governamental, empresarial e jurídica.

## Notas Metodológicas

Pretendendo não mais do que fugir de sermos herméticos, apresentamos aqui um resumo muito simplificado dos conceitos-chave de *"framing"* e de *"overflowing"*.

Ambos os conceitos derivam de uma abordagem construtivista da formação dos mercados econômicos. Na coletânea "The Laws of the Markets" [Callon 1998], os autores demonstram, com diversos estudos de caso e uma teorização alinhavada pelo próprio Callon, que tais entidades são, de fato, construções sociotécnicas, erigidas de modo que as leis da economia – a começar pela lei básica da oferta e da procura – possam funcionar. Para que a racionalidade econômica entre em ação, medições e cálculos são necessários. As coisas – sejam elas materiais ou não, sejam elas bens ou direitos ou mesmo conhecimento e informação – precisam ser medidas e avaliadas antes que possam ser transacionadas.

Segundo a Teoria Ator Rede, todo artefato é uma construção sociotécnica e está embrenhado numa rede de inter-relacionamentos, que envolve pessoas e coisas, em sua produção, distribuição e uso. Para que as "leis" da economia funcionem, é essencial que este produto seja oferecido *livre e desembaraçado* de quaisquer pendências, responsabilidades ou obrigações advindas dos processos comerciais e produtivos anteriores à venda. Paradoxalmente, é impossível o total desembaraço do produto. Para tanto, a sociedade constrói arcabouços e estruturas que ofereçam garantias razoáveis à estabilização da transação, das quais a mais óbvia é o sistema legal e jurídico que rege contratos e relações comerciais em geral.

Ao processo de construção de um ***enquadramento*** que estabeleça os limites do produto e, portanto, permita desembaraçá-lo da rede e oferecê-lo no "mercado", Callon chama de "framing". Trata-se, portanto, de um processo de delimitação, de demarcação que pode se confundir com a própria definição ou especificação técnica do produto.

Longe de isolar o produto de sua rede produtiva, o processo de enquadramento estabelece exatamente os principais pontos de conexão nos quais ele está embaraçado na mesma, estabelecendo regras claras para o funcionamento destas conexões de modo a estabilizar a definição do artefato.

Quanto mais complexas são estas redes, mais difícil se torna prever todas as conexões e seu comportamento futuro. O surgimento de conexões imprevistas através das quais o valor do produto se esvai e sua livre utilização se embaraça e se complica é chamado por Callon de "overflowing". A tradução mais literal seria "transbordamento", mas em vista da característica rizomática das redes sociotécnicas e do fato destas "falhas" poderem ocorrer tanto "para fora" como "para dentro" preferimos utilizar o termo ***"vazamento"***. A teoria econômica chama essas ocorrências de *"externalidades"*.

Um determinado nível de vazamento é sempre tolerável e a economia vai lidar com essas externalidades como pequenas "imperfeições de mercado". Um nível mais elevado causará polêmicas e controvérsias, uma das quais veremos a seguir.

Para um entendimento mais abrangente do que estamos analisando, é necessário mencionar um trabalho anterior de Callon [Callon 1995], sobre redes de concepção-adoção e seu papel na conformação de artefatos tecnológicos. Neste trabalho, o autor mostra com diversos exemplos como a trajetória dos artefatos tecnológicos vai sendo moldada por processos de sucessivas negociações entre criadores e usuários, processos estes que eventualmente convergem em artefatos que são efetivamente adotados pelo "mercado".

No mercado de TI, estudos mostram uma taxa de sucesso em desenvolvimento de aplicativos nos EUA de 16% em 1994, evoluindo para 28% em 2001[3], o que significa que três quartos dos projetos apresentam algum tipo de falha, ou seja, divergem de algum modo – isto depois que a concepção e orçamento inicial do projeto foram aprovados. A taxa de falha total, em torno de 20% (projetos abandonados) chegou a atingir 40% em 1996, no auge da onda da "reengenharia". Na última década esta situação praticamente se estabilizou, estando a "taxa de sucesso" sempre em torno de 1/3, conforme mostram os *Chaos Reports* bienais do *The Standish Group*.

---

[2] Sobre os desenvolvimentos na área de padrões para redes e aplicações domésticas, ver os trabalhos do subcomitê 25: JTC 1/SC 25 Home Electronic Systems.

[3] "Collaborating on Project Success", by Jim Johnson, Karen D. Boucher, Kyle Connors, and James Robinson - Software Magazine, Wiesner Publishing Feb/Mar 2001. O artigo considera "bem sucedidos" projetos completados no prazo, dentro do orçamento e atendendo às funcionalidades originalmente especificadas.

Nessa área tão sujeita a incertezas, estamos analisando aqui duas trajetórias interconectadas de concepção-adoção tecnológica: a disputa internacional pela adoção de sistemas abertos e distribuídos, em substituição aos sistemas proprietários e padronizados, que podemos situar no tempo desde as idéias inovadoras concebidas no Xerox PARC, no início dos anos 1970, até os dias de hoje, com a ubiqüidade da Internet e das redes em geral. E localizadamente, no Brasil, a luta pela implantação de uma tecnologia nacional de TI, que necessariamente passava pela possibilidade de desafiar a supremacia dos mainframes com uma tecnologia acessível às competências nacionais, que se configurou na reserva de mercado para mini e microcomputadores. O episódio aqui focado é, a nosso ver, um ponto crítico desta trajetória, onde a adoção de um possível aliado – a caixa-preta do Novell Netware – foi rechaçada.

Poderíamos ainda traçar um paralelo entre o processo de enquadramento descrito por Callon e o processo de "reificação" – tornar real – dos fatos científicos descrito por Latour nos primeiros capítulos de seu livro "Ciência em Ação" [Latour 1997]: de fato, o processo de "invenção" de artefatos tecnológicos molda simultaneamente tanto o produto como o seu enquadramento de mercado. Embora os dois atores-redes – o artefato inovador e seu mercado-alvo – não sejam exatamente os mesmos, seu processo construtivo é simultâneo e as trajetórias de concepção-adoção se confundem em muitos pontos.

## Mercados de Informática

Os mercados de informática e de tecnologia em geral são especialmente interessantes para a aplicação da teoria de Callon. Embora os produtos não apresentem muito claramente as chamadas externalidades negativas, os produtos e serviços de informática, para seu correto funcionamento, pressupõem todo um ambiente de suporte. Quanto mais complexo o produto, mais intrincada a rede de artefatos tecnológicos de cuja clara especificação ele depende para a sua própria definição. Um complicador adicional ao perfeito enquadramento é a imaterialidade destes artefatos, alguns dos quais podem ser puramente conceituais, como uma "arquitetura de software".

De uma forma geral, os elementos-chave para tal enquadramento se encontram na definição de ***arquiteturas*** informacionais. Estas arquiteturas definem um elenco de componentes genéricos – objetos – os papéis que eles assumem na rede – funcionalidades – e suas formas de interconexão – interfaces e protocolos. Estas arquiteturas são objeto de um intenso esforço de normalização e padronização internacional. Frank Cochoy [Cochoy 1998:208] mostra como uma das iniciativas do *New Deal*, já nos anos 1930, foi o forte apoio ao uso de padrões industriais "como uma ferramenta para aumentar a visibilidade de mercado". O processo de normalização internacional, conduzido em entidades como ISO, IEC, IEEE, ANSI, UIT e outras, é fundamental para o *enquadramento* de bens e serviços de informática. Este processo apresenta a interessante característica de ser simultaneamente colaborativo e intensamente competitivo.

Em determinadas situações, a natureza colaborativa predomina no cenário normativo e surgem grandes padrões arquitetônicos, como foi o caso da Arquitetura para Interconexão de Sistemas Abertos – OSI [ISO 7498-1]. Embora não tenha predominado como uma "solução de mercado" o modelo OSI influenciou decisivamente a evolução da arquitetura TCP/IP – base tecnológica da Internet – e ajudou a derrotar a prevalência de arquiteturas proprietárias, como o SNA (*Systems Network Architecture*) da IBM. Por sua vez a SNA influenciou o modelo OSI tornando-o demasiado complexo, determinando assim a prevalência do TCP/IP.

Em geral a inovação, a fronteira tecnológica, antecede a padronização. Mas é muito mais comum a "invenção" de componentes inovadores perfeitamente enquadrados numa arquitetura padronizada do que o surgimento de uma arquitetura inovadora, cuja imposição envolve cada vez mais a mobilização de forças poderosíssimas "de mercado". Veja-se, por exemplo, o padrão Bluetooth: Embora seja uma grande inovação, ele se enquadra na arquitetura ISO 8802, que por sua vez veio da adoção integral, pela ISO/IEC JTC-1, dos padrões IEEE-802, e que se faz parte tanto da arquitetura OSI quanto da TCP/IP. Não obstante, para desenvolver e promover o Bluetooth, formou-se um consórcio integrado por gigantes como Ericsson, IBM, Intel, Nokia e Toshiba.

É importante observarmos que as duas trajetórias de concepção-adoção que mencionamos são macro-trajetórias, como bem descreve [Callon 1995], envolvendo uma série de sequências, tanto paralelas quanto encadeadas, de concepção e de adoção de diversos componentes que vão aos poucos compondo o artefato, o ator-rede A(t). E o produto que se obtém, sempre provisório, é algo como uma peça teatral e suas "montagens", como bem mostra Madeleine Alkrich em [Alkrich 1992:207-208]: Temos um texto básico, um roteiro, um "script"; temos personagens e atores que vão interpretá-las; temos o diretor, o teatro, o palco, o cenário e uma série de objetos e regras de comportamento que de certa forma delimitam como atores e público irão se comportar; ainda assim cada apresentação é única e uma montagem pode diferir radicalmente de outra.

No mercado de TI temos uma criação amplamente coletiva. Esta coletividade não se resume ao fato dos "inventores" de artefatos estarem organizados em equipes de P&D na indústria de TI. Temos camadas e mais camadas de grupos de inventores e usuários trabalhando paralelamente em trajetórias de concepção e adoção, intercambiando continuamente papéis como criadores, reguladores, construtores e usuários uns dos outros.

Num nível ainda mais abstrato dos sistemas de informação existe um espaço de enquadramento ainda mais fluido, no qual atuam grandes fornecedores de software, poderosos formadores de opinião e consultorias internacionais como o Gartner Group. Trata-se do mercado de soluções corporativas, no qual competem softwares de abrangência

empresarial e interempresarial, como é o caso das soluções de EDI – Electronic Data Interchange, ERP – Enterprise Resource Planning, CRM – Customer Relationship Management. Nestes mercados fluidos não só os grandes produtores de software competem entre si, mas também competem com soluções "caseiras" desenvolvidas pelas próprias corporações e ainda com soluções híbridas desenvolvidas por integradores de sistemas. Muitas vezes estes mercados – uma classe de soluções corporativas – não chegam a se solidificar, como foi o caso dos mercados de Automação de Escritórios ou dos sistemas de Workflow. Embora existam soluções, muitas vezes sua utilização é considerada demasiado complexa.

Outro fenômeno comum é uma solução "nobre", sofisticada, que demanda a existência de profissionais especializados e estudos de mercado para sua incorporação no "sistema nervoso corporativo", pela força da disseminação e da padronização transforma-se numa "commodity", ou seja, um componente trivial e de baixo custo. É o que aconteceu com os PCs, com as placas de rede local e com a microinformática em geral.

Acontece ainda de uma funcionalidade que representa um mercado independente ser incorporada num produto mais genérico. Muitas facilidades foram incorporadas ao sistema operacional Windows como, por exemplo, a capacidade de lidar com pastas de arquivos compactados, antes um mercado dominado pelo software Zip, e no nosso caso, as funções do chamado SOR – Sistema Operacional de Rede, que antes era dominado pelo sistema Netware da Novell.

Construir estes mercados não se limita apenas a enquadrá-los, identificando e estancando ou regulando os pontos de possíveis vazamentos, mas, mais ainda:

(i) Conceber uma funcionalidade e torná-la geralmente aceita como importante e necessária;

(ii) Enquadrá-la – em termos de suas interfaces e interdependências – numa arquitetura padronizada ou amplamente aceita; e

(iii) Lograr sua adoção por uma base de clientes suficientemente ampla para gerar o chamado "feedback positivo" [Shapiro 1999], que nada mais é que uma externalidade positiva típica das economias informacionais.

Uma espécie de externalidade negativa típica destes produtos são "custos escondidos" envolvidos na implantação, customização e suporte do produto. Muitas vezes estes custos são tais a ponto de levar ao fracasso experiências de implantação e mesmo de ameaçar a sobrevivência do produto no mercado.

Cabe ainda observar que, mesmo uma funcionalidade que atenda a estes três pontos, encontra grandes resistências, pois sua adoção nas corporações envolve grandes investimentos e um esforço organizacional considerável. Atingir o status de "melhor prática" ou estar nas manchetes especializadas em TI não garante uma adoção ampla.

## O Mercado de Informática no Brasil dos anos 1980

Os anos 1980 representaram para a informática no Brasil um período de penosa transição entre o surto de desenvolvimento dos anos 1970, onde foi formada toda uma geração de técnicos, a engenharia reversa de artefatos tecnológicos assumiu o status de ciência, de pesquisa aplicada e foram lançadas as bases de uma reserva de mercado que protegia os mini e microcomputadores da concorrência internacional; e o neoliberalismo dos anos 1990 onde todas estas construções foram abandonadas. Isto tudo convivendo com o processo de "abertura lenta e gradual" do regime militar, que culminou na redemocratização do país e com a crise da dívida externa, que estancou o crescimento econômico e os investimentos estatais em infraestrutura. Para uma leitura destes processos veja [Marques 2002].

Todas estas contradições levaram os anos 1980 a serem conhecidos como "A década perdida" e de certa forma levaram o país a não aproveitar devidamente sua nascente *expertise* em sistemas distribuídos de microcomputadores. As redes de microcomputadores vieram a se consolidar, nos anos 1990, como a base da arquitetura corporativa de Tecnologia da Informação, mas uma nascente indústria que explorava este segmento nos anos 1980, representada por quase uma dezena de indústrias de médio porte, não logrou sobreviver no mercado globalizado. Nenhuma delas conseguiu colocar seus sistemas e placas de rede local em escala nos escritórios das grandes empresas, embora já no fim da década de 1980 as grandes empresas contassem com milhares de microcomputadores em seus escritórios.

Alguns nichos significativos lograram prosperar – os mercados de Automação Bancária e Automação Comercial, usando micros padrão IBM/PC (muitas vezes "vestidos" de caixa registradora ou terminal bancário) interligados por LANs padrão Ethernet. Estes mercados foram dominados por empresas nacionais como PROCOMP[4] e ITAUTEC, concorrendo com multinacionais do porte da IBM e da NCR. Mesmo multinacionais que operam em Automação Bancária, como a UNISYS, têm suas equipes de desenvolvimento locais, mas provavelmente isso se deve mais às especificidades das aplicações do que ao domínio local da tecnologia de sistemas distribuídos.

Acreditamos que um dos fatores-chave para este atraso foi o desfecho da polêmica do chamado "Caso Novell", onde as autoridades federais representadas na SEI[5] decidiram por não aprovar a comercialização no país do software No-

[4] A PROCOMP, após desenvolver expertise em máquinas de votar, foi integralmente adquirida em 1999 pela Diebold International, com sede em Cincinnati, EUA, a maior fabricante mundial de sistemas eleitorais, com a qual já tinha uma parceria desde 1991.

[5] Secretaria Especial de Informática da Presidência da República, órgão que sucedeu a pioneira CAPRE, da Secretaria de Planejamento, como responsável pela condução da política nacional de informática e pela reserva de mercado que então havia no setor. Foi sucedida pelo DEPIN – Departamento (hoje Secretaria) de Política de Informática do

vell Netware, considerando a existência de similar nacional. Na época, uma das fabricantes nacionais de placas de rede pediu a impugnação da autorização dada pela SEI a uma outra empresa nacional – a SPA – atuar como distribuidora da Novell, alegando ter produto similar. A SEI montou então um processo de "Exame de Similaridade", convocando uma comissão especial com representantes de vários setores interessados.

O desfecho foi especialmente curioso, pois na medida em que os softwares não eram idênticos, mas similares, e o conjunto de funcionalidades a ser analisado era bastante amplo, a opinião decisiva acabou sendo do representante das associações de usuários de computadores, que declarou que as funcionalidades apresentadas pelo produto nacional "atendiam às necessidades dos usuários". Poderíamos ver neste posicionamento um *vazamento*, na medida em que um actante que ocupava uma *posição privilegiada*, um *buraco estrutural*, na definição de Callon [Callon 1998A:9] não se comportou como um aliado, pelo contrário.

Os actantes engajados na promoção da indústria nacional acreditavam que a promoção de uma arquitetura distribuída, por permitir não apenas a participação da indústria nacional no mercado de processamento corporativo, mas principalmente uma grande redução de custos e, consequentemente, democratização do acesso à TI, seria do interesse dos usuários.

Mas a então importante e organizada SUCESU – Sociedade dos Usuários de Computadores e Equipamentos Subsidiários, representava as corporações, já que na época o uso de computadores pela pequena e média empresa e por indivíduos era incipiente. Estas se faziam representar, naquela associação, por seus profissionais seniores e gerentes de TI, a grande maioria formada na escola dos mainframes.

Possivelmente, na condição de representante dos usuários – os profissionais de TI que então usavam os mainframes, encastelados em seus poderosos CPDs, e que talvez não desejassem ser usuários de redes locais e de micros, tampouco desejassem a democratização da tecnologia para perto dos usuários finais, vissem na nova tecnologia uma externalidade negativa a ameaçar seu mercado de trabalho, enfim, possivelmente aquele actante tenha agido de acordo com as expectativas de seus representados, embora ao contrário do que muitos nacionalistas esperavam.

No processo surgiram muitos questionamentos, inclusive na esfera judicial, e até mesmo quanto à originalidade do produto nacional. Os fabricantes não abriam o código-fonte, e no código objeto do programa nacional havia marcas de copyright de produtos estrangeiros, que o fabricante disse serem provenientes dos compiladores e demais artefatos usados na sua produção. Original ou não, o fato é que o produto nacional "ganhou mas não levou". O "mercado" continuou usando clandestinamente o produto da Novell, pirateado ou contrabandeado, mas por isso mesmo a "solução LAN" não chegou a incomodar o mercado de mainframes – exceto no pujante segmento de Automação Bancária, que mesmo utilizando milhares de micros e terminais especializados nacionais, dava também um grande mercado para os mainframes na centralização do processamento das agências – até a abertura do mercado dos anos 1990 e o surgimento do Windows com facilidades de rede já embutidas.

## A normalização de TI

A normalização de produtos de Tecnologia da Informação só ganhou impulso internacional nos anos 1980, principalmente a partir do esforço promovido pelas empresas de Telecomunicações, reunidas na ISO[6] e na UIT[7], em torno do modelo OSI[8]. Anteriormente, havia alguns padrões para hardware e para linguagens de programação, desenvolvidos principalmente por instituições norte-americanas como o IEEE e o ANSI. Predominavam os chamados sistemas proprietários.

Embora tenham a mesma origem na engenharia elétrica, a informática e as telecomunicações tomaram rumos distintos quanto à padronização. Ao passo que, nas telecomunicações, a tradicional estrutura por estados-nações, cada qual com o seu PTT[9] – órgão público que respondia pelos Correios e Telégrafos e também pelos telefones – dependiam da padronização para as comunicações internacionais, na área de informática reinavam feudos tecnológicos ditados pelos grandes fabricantes de mainframes – IBM, Burroughs e Sperry-Univac, entre outros. Nos anos 1970 surgiram alguns nichos ocupados por fabricantes de minicomputadores, como DEC, Data General, Fujitsu, Honeywell-Bull e outros.

Até 1979, não havia no sistema brasileiro de normalização e metrologia, nada que se referisse a computadores e suas redes. Foi nesta ocasião que o então Diretor Técnico do Serpro[10], Mário Ripper, designou o Engenheiro Lucas Tofolo de Macedo para organizar o Comitê Brasileiro de Computadores e Processamento de Dados – Informática, da ABNT, que veio a tornar-se o CB-21. Este processo desenvolveu-se até 1982, quando houve a primeira eleição para

Ministério da Ciência e Tecnologia.

[6] ISO – International Organization for Standardization.

[7] UIT / ITU – International Telecommunication Union.

[8] OSI – ver Padrões Internacionais ISO-7498-1:1994 e ITU-T X.200: "Information Technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The Basic Model"

[9] PTT – Sigla para Post, Telephone and Telegraph.

[10] Serviço Federal de Processamento de Dados, subordinado ao Ministério da Fazenda e responsável, entre muitos outros, pelo sistema do Imposto de Renda.

o Comitê, consagrando com um mandato o Engenheiro Lucas. O comitê começou por dedicar-se a normas básicas, a maioria na área de hardware, sendo marcantes o Código Brasileiro para Intercâmbio de Informação – a versão nacional do ASCII – e o conhecido "padrão ABNT" para teclados.

O comitê foi se desenvolvendo com o apoio da ABICOMP – Associação Brasileira da Indústria de Computadores, dos usuários, reunidos na SUCESU – Sociedade dos Usuários de Computadores e Equipamentos Subsidiários e de outras organizações na época muito influentes. Eleito para a primeira direção do CB-21 em 1982, o Engenheiro Lucas foi reeleito com tranquilidade em 1984.

1985 foi o ano das "Diretas Já", seguindo-se a eleição e morte de Tancredo Neves e o mandato de José Sarney na Presidência da República. O período que se seguiu foi abalado por sucessivos planos econômicos, começando em 1986 com o Plano Cruzado e culminando pela Constituinte de 1988. Durante esta transição do governo do General João Figueiredo até a primeira eleição direta para presidente, em 1989, a condução do processo normativo sofreu uma mudança.

A política nacional de informática foi fruto da articulação de uma rede de interesses bastante ampla, da qual nos orgulhamos de ter participado. Nos cursos de pós-graduação ministrados no final dos anos 1970 e início dos anos 1980, a tecnologia de sistemas distribuídos era um importante foco de pesquisas, envolvendo um tripé: microprocessadores, redes de computadores e bancos de dados distribuídos. A consolidação da arquitetura PC descomplicou a questão dos computadores. A questão dos bancos de dados até hoje é complexa[11], mas a prática mostrou que nem sempre era necessário um gerenciamento completamente distribuído dos bancos de dados para viabilizar uma solução cliente-servidor. Em 1986, portanto, a questão das redes locais era vista como um assunto central para a nova arquitetura distribuída, e o CB-21 tinha a Comissão de Estudos de Redes Locais como uma de suas principais comissões, com subcomissões para vários níveis de protocolos e diversos participantes. Foi quando o Ministério das Comunicações, dirigido por Antônio Carlos Magalhães, filiou de uma só vez à ABNT suas 27 operadoras estaduais – as "Teles" – além da Embratel e da holding Telebrás, todas como sócias mantenedoras, cada qual, portanto, com direito a múltiplos votos. Isto resultou na eleição para o CB-21 do Engenheiro Raul Colcher, engenheiro de telecomunicações pelo Instituto Militar de Engenharia, então funcionário da Embratel.

Embora apoiado por um movimento aparentemente de oposição, a direção do Engenheiro Raul não alterou fundamentalmente os rumos da normalização brasileira. As normas de TI se internacionalizaram cada vez mais, não restando espaço para padrões nacionais diferenciados além do que já se tinha estabelecido em árduas batalhas. Paradoxalmente, a entrada do Sistema Telebrás veio revitalizar o processo na medida em que o Serpro passava por um processo de esvaziamento, com a desativação da sua Divisão de Fabricação, e a ABICOMP já dava sinais de enfraquecimento, ao passo que as empresas de telecomunicações abriram portas pela sua presença institucional na UIT, cujos esforços convergiam cada vez mais com os da ISO e do IEC no plano internacional.

Esta fusão normativa coincide com o movimento chamado de "convergência das tecnologias" de telecomunicações e informática, reconhecidas como centrais à conformação das empresas-rede [Castells 1999] e das redes de empresas que caracterizam o cenário econômico contemporâneo.

Conforme já iniciamos a discussão no item 3, ao falar sobre o mercado, o problema de como enquadrar um produto de TI apresenta aqui novas complexidades. Como todo objeto tecnológico, ele se define pelas suas interfaces e por suas funcionalidades. Através das interfaces os artefatos de se comunicam e interoperam com outros objetos, e para tal elas devem obedecer a determinados protocolos. Além disso, a interface homem-máquina, caso haja, além de funcionalidades e seqüências de diálogos deve atender a padrões ergonômicos e estéticos. As funcionalidades estabelecem níveis de atendimento a necessidades, ou seja, podem ser definidas funcionalidades essenciais e opcionais, estabelecendo assim graduações quanto ao nível de sofisticação do produto.

Na questão dos protocolos, além do padrão estabelecem-se perfis, os chamados ISPs – International Standardized Profiles[12], que definem escolhas adicionais de interoperabilidade, restringindo ainda mais a norma. Somente tendo um ISP definido é possível se estabelecer um teste de conformidade. O estágio em que a normalização se encontrava no final da década de 1980, entretanto, não permitiria a definição de perfis. Os vários níveis de protocolos ainda estavam sendo detalhados e ainda não havia consenso quanto à arquitetura. Embora o mercado tenha se consolidado em torno do padrão Ethernet, as normas internacionais reservam espaço para outras arquiteturas como a Token Ring, então usada pela da IBM e para arquiteturas do tipo Token Bus.

Na questão das funcionalidades, torna-se necessário definir o que os usuários desejam. Recaímos no problema de representação do usuário discutido em [Alkrich 1995]. A maioria das discussões da CTA[13] está preocupada a democratização dos artefatos tecnológicos e, portanto, com a exclusão – às vezes intencional, como mostra [Winner 1986] – de grupos do processo de construção de inovações, e daí com formas de se incluir representações alternativas. É tido

---

[11] Para uma discussão sobre o assunto, ver "Concurrency Control in Distributed Database Systems", Philip A. Bernstein e Nathan Goodman, ACM Computing Surveys, Vol. 13, No. 2, June 1981.

[12] Para uma definição precisa de ISPs, ver o Technical Report ISO/IEC TR10000:1988 – Information technology – Framework and taxonomy of International Standardized Profiles.

[13] Constructive Technology Assessment, uma linha de estudos na qual o trabalho de Alkrich [op cit] se insere.

como garantido que o grande usuário tem poder, está organizado e se faz representar, senão pela sua organização, pelo fato que os construtores do artefato, interessados em servir ao mercado, não teriam como não levá-lo em conta.

Entretanto, quando se trata de uma grande inovação isto nem sempre é verdade. Os grandes usuários em potencial podem estar sub-representados, ou mesmo não saber exatamente o que desejam. Em se tratando dum artefato de uso corporativo, os usuários são pessoas jurídicas. Alguns usuários comprarão dez mil unidades do novo artefato, outros apenas meia-dúzia – surge então a questão: alguns usuários são mais usuários que os outros? Como deve ser tratada a representação dos usuários? O critério de "cada cidadão, um voto" se aplica ao mercado corporativo, para a conformação de um bem de produção? Devemos lembrar que muitas associações corporativas, como grupos de usuários e sindicatos da indústria, têm este tipo de representação proporcional, mas acabam sendo influenciados pelos associados mais ativos, que designam maior número de participantes dentre seus funcionários como "voluntários" para comissões de estudos e comitês "técnicos".

Outra consideração é que o processo de construção de uma inovação em TI enfrenta muitas resistências. Embora pareça paradoxal, é grande o conservadorismo no meio técnico. A nosso ver, isto se explica pelo fato dos técnicos fazerem grandes investimentos pessoais para dominar uma determinada tecnologia – e isto vale também para as empresas – e num cenário em constante mudança tudo o que se precisa é de um período de estabilidade que garanta um mínimo retorno do investimento.

Clayton M. Christensen, da Harvard Business School, desenvolveu uma teoria sobre "Tecnologias Disruptivas" [Christensen 1997], onde ele mostra que regularmente os mercados são revolucionados por inovações, e que grandes empresas fracassam justamente por se apegarem a uma solução sem dar atenção à tecnologia alternativa, que normalmente é desprezada.

Inicialmente a nova tecnologia não atinge as funcionalidades demandadas pela faixa inferior do mercado. Note-se que o fenômeno ocorre em mercados onde a evolução tecnológica incremental ocorre em velocidade superior à demandada pelos usuários. Os promotores da tecnologia dominante não dão atenção à nova tecnologia, ou mesmo a ridicularizam, e continuam a desenvolver a "sua" tecnologia. O efeito é que, por um lado, a tecnologia dominante fica mais sofisticada e mais cara do que o mercado demanda, e por outro a nova tecnologia amadurece e desenvolve funcionalidades a ponto de satisfazer a maioria dos usuários. Neste ponto dá-se uma ruptura do mercado capaz de tragar rapidamente não só os fabricantes como os profissionais especializados em sua utilização.

O mercado de TI é rico em fenômenos deste tipo, mas o livro do Professor Christensen não se restringe ao mercado de TI, trazendo estudos de casos que vão desde tratores até siderúrgicas. Porém o cerne de sua pesquisa são os discos magnéticos, mercado onde sucessivamente, desde os anos 1960, os modelos de 12 polegadas se firmaram, sendo suplantados pelos de 8" que, por sua vez, foram vencidos pelos de 5 ¼" e pelos de 3.5". Apenas nos anos 1990 alguns fabricantes líderes do mercado de 5 ¼" foram atentos o bastante para desenvolverem modelos de 3.5" antes de serem tragados pela concorrência.

Aí estão escondidas as externalidades das inovações em TI – elas não poluem nem consomem recursos ambientais, mas podem obsolescer toda uma geração de profissionais e empresas que se estabeleceram no mercado através do domínio tecnológico. Mais que isso, através da automação, elas podem também deslocar grandes contingentes do mercado de trabalho, não só dos usuários finais, mas dos próprios profissionais de TI.

Neste cenário político conturbado, a SEI tinha criado um Grupo de Estudos de Redes Locais – GERL, do qual o autor participou, primeiro como representante da Dataprev e, a partir de fins de 1987, representando a Embratel. A finalidade era criar recomendações para o uso de LANs – de caráter obrigatório para órgãos federais – e também sancionar a "Solução LAN" como uma alternativa viável no cenário tecnológico, já que esta inovação era fortemente bombardeada pelos fabricantes de mainframes, impedidos de importar suas própria soluções de pequeno e médio porte e ameaçados pelo mercado de sistemas distribuídos.

A Rede Local era, portanto, a pedra de toque da disputa entre as soluções centralizadas e as distribuídas, entre os mainframes estrangeiros e os micros nacionais, entre o mercado concentrado e a democratização da TI, entre o padrão proprietário e os sistemas abertos. Muitos dos seus defensores esperavam que a tecnologia LAN gerasse externalidades positivas, trazendo escala para os mercados de microcomputadores e de software para os mesmos e viabilizando a adoção de aplicações distribuídas em ambientes corporativos.

A especificação do GERL ficou pronta em 1989, ano em que foi apresentada no SBRC – Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, em Porto Alegre, e no Congresso anual da SUCESU. Mas já era um pouco tarde, pois o governo Collor, a partir de 1990, promoveu uma grande abertura comercial, eliminando por completo a reserva de mercado de informática.

## Fabricantes e Usuários

Várias empresas disputavam o nascente mercado de redes locais. Podemos separar a indústria brasileira de informática de acordo com gerações, na medida em que grande parte delas são "spin-offs" de universidades, grupos de pesquisadores, de estudantes de mestrado recém-formados, etc.

Inicialmente havia apenas as multinacionais – IBM, Burroughs, Olivetti, Sperry-Univac etc. algumas com facilidades locais de montagem de alguns produtos. Os profissionais que atuavam nesta geração, segundo Segre & Rapki-

ewicz [Segre 2001] eram na sua maioria profissionais de outras áreas – engenheiros, economistas, estatísticos, administradores, formados por cursos intensivos fornecidos pelos próprios fabricantes. Havia uns poucos profissionais pós-graduados em "Computer Science", em geral nos EUA.

Com a Reserva de Mercado, nos anos 1970, surgiram os fabricantes de minicomputadores com licenciamento de tecnologia estrangeira – Cobra, Edisa, Labo e SID e diversos fabricantes de microcomputadores, primeiramente máquinas de 8 bits com tecnologias Apple-II, Sinclair, TRS-80 ou MSX, e depois com a consagrada arquitetura PC. Na área de minis, mais tarde surgiram a Sisco, a Elebra com tecnologia DEC e a Itautec com tecnologia IBM. Nesta época também houve um grande esforço para formar profissionais de TI, surgindo cursos superiores de Informática e de Engenharia de Sistemas e também foram criados cursos superiores de curta duração (3 anos) com o chamado Projeto 15, que dava o título de Tecnólogo em Processamento de Dados.

Uma fração desta geração, que fez mestrado no início dos nos 1980, tornaram-se alunos de uma geração de recém-doutorados no exterior, tendo acesso às então inovadoras tecnologias de microinformática e de sistemas distribuídos.

Um dos primeiros fabricantes nacionais de redes locais foi a Cetus Informática. Os primeiros adaptadores eram "caixas" externas ao micro e trabalhavam em velocidades baixas, em torno de 1Mbps ou menos. Eram praticamente protótipos e nunca chegaram a serem usados em escala, mas serviram para depurar a primeira geração de software. Com a padronização da arquitetura dos micros em torno do IBM/PC, os adaptadores passaram a ser placas de expansão no padrão ISA, e se consolidou o padrão IEEE 802.3 10Base2, usando cabo coaxial fino, a "Thin-wire Ethernet", operando a 10Mbps. Nos anos 1990 esse padrão mudou para os cabeamentos estruturados ANSI/EIA/TIA 568-A/B (de 1991) firmando-se o uso do IEEE 802.3 100Base-Tx, que opera até a a 1Gbps e usa fios UTP[14] Cat5e. Embora pareça uma grande mudança, as placas permaneceram praticamente as mesmas, sendo comum placas com saída dual para cabo coaxial fino e par trançado e operando automaticamente a 10/100/1000Mbps.

Cabe observar que a importância do cabo UTP surgiu no hemisfério norte, onde as construções costumavam ser pré-cabeadas com cabos de par trançado para telefonia, e o custo da mão de obra para instalação de conduítes etc. era muito superior ao nosso. Com o tempo surgiu o padrão estruturado, com "patch panels" que facilitou muito a manobra, e o cabo coaxial caiu em desuso, ainda mais que era num padrão incompatível com o usado para TV a cabo.

Neste ponto surge uma nova geração de profissionais que concluíram seus mestrados por volta de 1985 e fundaram diversas empresas "Fabricantes de Redes Locais" – Amplus, Éden, Saga, Procomp e outras.

A estratégia dos grandes usuários era de instalar redes locais ligando a crescente base de micros operando sistemas de Automação de Escritórios – processadores de texto, planilhas eletrônicas etc. – adicionando facilidades como correio eletrônico, compartilhamento de arquivos e de impressoras e emulação de terminais, e com isso construir uma base que permitisse aos poucos desenvolver aplicações distribuídas de maior porte. Empresas como Embratel, Petrobras, Serpro e Dataprev, cujo pessoal de Tecnologia estava engajado na defesa da reserva de mercado, adotaram essa estratégia, usando também sistemas de micros em aplicações específicas como entrada de dados ou impressões especiais.

A inexistência de switches e hubs também limitava o alcance daquelas redes para cerca de 30 micros e 200 metros em cada segmento, o que, embora pouco, já era suficiente para uma média empresa ou um sistema departamental, e já desafiavam sistemas baseados em mini-computadores, cujo custo era cerca de uma ordem de grandeza superior.

Além da funcionalidade limitada e do software pouco testado, vários fatores limitavam a tecnologia LAN. Um era o custo das placas nacionais. Os fabricantes locais temiam que, com o sistema Novell, se facilitasse o contrabando de placas NE-1000 de baixo custo, ao passo que eles mesmos desenvolviam suas versões dessas placas. Outro era a falta de ferramentas de desenvolvimento, o que foi resolvido com o surgimento da versão III do banco de dados dBase e do compilador Clipper. A simplicidade destas ferramentas de desenvolvimento levou muitos técnicos com formação superficial em programação a tentar desenvolver aplicações para este ambiente, sem nenhuma familiaridade com as peculiaridades de um sistema multiprocessado, o que levou à criação de aplicativos com muitas fragilidades e comportamento instável. Ao contrário dos sistemas centralizados, que funcionam sempre da mesma maneira, os sistemas distribuídos podem falhar em circunstâncias aparentemente aleatórias.

Quanto à questão do contrabando, cabe notar que com a padronização da arquitetura em torno do IBM/PC, o custo do hardware caiu muito e a fabricação de placas para estes sistemas passou a ser dominada, no mercado internacional, primeiro pelo Japão e depois pelos demais "Tigres Asiáticos" – Coreia do Sul, Taiwan, depois, Malásia e Singapura e finalmente a China. Os fabricantes nacionais foram cada vez mais limitando sua produção de placas e tendo que recorrer a placas importadas. Na medida em que o processo de importação, com a reserva, era lento e burocratizado, os próprios fabricantes nacionais começaram a recorrer, primeiro como uma solução emergencial, e depois corriqueiramente, a mecanismos pouco ortodoxos de obtenção destes insumos.

De novo vemos aqui: um actante essencial para a conformação do mercado, o Fabricante Nacional – nas palavras de [Marques 2002] "uma personagem semiótica e imaginária" quando da formulação da Política Nacional de Informática – corporifica-se e, da mesma forma que o Representante dos Usuários, trai nossa expectativa quanto ao seu comportamento.

---

[14] UTP = *Unshielded Twisted Pair*, par trançado sem blindagem.

Outro ponto é que o Brasil adotou três modelos distintos de reserva de mercado: um para a indústria de informática, outro para a indústria de entretenimento – organizada em torno da Zona Franca de Manaus, cujos privilégios perduram até o presente, e um terceiro para os equipamentos de Telecomunicações. Esta divisão foi muito criticada por não permitir que se concentrasse no país uma demanda suficiente para a produção local de "chips" e de outros componentes mais básicos.

Um nicho pouco estudado neste mercado eram os sistemas que utilizavam micros tipo PC associados a minicomputadores como servidores. Vários fabricantes internacionais como Wang, Datapoint e Data General exploravam este segmento, mas sua presença no Brasil era insignificante, já que o cerne de suas soluções foi bloqueado pela reserva de mercado. A exceção foi a DEC – Digital Equipment Corporation, que logrou uma grande penetração nas áreas de Telecomunicações e de Petróleo, com soluções específicas e os chamados superminis da linha DEC/VAX que ficavam acima do limiar estabelecido pela reserva de mercado. A DEC mais adiante logrou que a Elebra fabricasse aqui modelos menores da sua linha. O Sistema de rede DecNet era talvez o único a rivalizar com a Novell, mas não permitia servidores baseados em micros, encarecendo bastante a solução, pois o servidor tinha que ser um supermini da linha VAX.

## A polêmica

Entre o início do esforço normativo nacional e a primeira Lei de Software – Lei 7.646/87 passou-se praticamente uma década. Esta Lei, regulamentada pelo Decreto 96.609, definiu a natureza jurídica do software como Propriedade Intelectual, porém com um tratamento diferenciado. O ponto fundamental é o tratamento distinto do dado às patentes, similar ao do Direito Autoral. Após o acordo internacional de Trips, tanto a lei que rege os direitos autorais quanto a lei de software foram reformadas, vigorando hoje as Leis 9.610/98 e 9.609/98[15].

Observa-se que a polêmica sobre o licenciamento da Novell se deu justamente no auge da efervescência política dos anos 1980, onde caminhavam juntas a transição para o regime democrático, o estabelecimento do regime jurídico do software e várias disputas políticas em foros associativos. O depoimento do Engenheiro Edelvício (por e-mail) deixa clara a preocupação do governo à época:

> *"...*
>
> *No setor de software, havia toda a polêmica quanto ao SISNE da SCOPUS e SIM-DOS da Itautec, similares ao MS DOS e que eram acusados pela Microsoft de serem cópia do seu sistema operacional. Este caso esteve na pauta de negociações dos Governos Brasileiro e Americano durante meses. O Brasil chegou a ser ameaçado de retaliações, caso não suspendesse o registro dos dois produtos (havia um receio, por razões óbvias, que estes dois produtos fossem exportados).*
>
> *Em algumas universidades brasileiras (ex. UFRJ, Campina Grande, USP etc) grupos de pesquisa apresentavam excelentes estudos quando aos assuntos relacionados com redes de computadores, que na época ainda era incipiente no Brasil. Alguns trabalhos de graduação e de mestrado acabaram por virar produtos, com o surgimento de empresas e jovens empresários (ex. Amplus, Saga, Éden) A Itautec criou um grupo específico para o estudo e produção de interfaces de rede e aplicações para este ambiente.*
>
> *...*
>
> *O registro do software e a autorização da produção das interfaces de rede no Brasil, mesmo sob licença da Novell, colocaria em risco toda a indústria que estava sendo implantada. A maioria das empresas ainda era constituída por jovens empresários e as empresas ainda não estavam capacitadas para competir com empresas do porte da Novell, nem com produtos importados, que apresentavam custos bem menores do que os produzidos localmente.*
>
> *Outro ponto a se considerar seria o precedente que estaria se abrindo, o que daria margem a outros pleitos semelhantes, inclusive em outros segmentos, como automação industrial.*
>
> *..."*

Foi nesta época que a Cetus Informática, uma das primeiras fabricantes dedicadas a Redes Locais, que estava concordatária, foi adquirida pela SPA[16] pelo valor do seu único ativo significativo, que era o contrato com a Novell de exclusividade para distribuição do Netware no Brasil. O objetivo da SPA, que já tinha um produto inovador na área de software, o Open Access[17], era concentrar seus esforços na distribuição, instalação, suporte e desenvolvimento de software aplicativo para a plataforma LAN, abandonando a linha de montagem de placas proprietárias. Então a SPA entrou com o pedido de registro do Netware na SEI. A Amplus, um *spin-off* da Cetus com forte apoio financeiro,

[15] Os detalhes da legislação foram obtidos do depoimento da Dra. Deana Weikersheimer, advogada que participou ativamente dos embates judiciais aqui relatados.

[16] Valemo-nos aqui do depoimento do Engenheiro Ary Duarte Meirelles, sócio da SPA – Sistemas, Planejamento e Análise, na época.

[17] O Open Access foi um dos primeiros softwares para PC a oferecer um produto integrado, reunindo planilha, banco de dados, processador de texto, agenda, etc., com uma interface gráfica comum e intercâmbio de dados entre os módulos, como hoje faz o Microsoft Office, mas sem depender do Windows, que na época não existia ainda.

contestou alegando que o seu software tinha funcionalidade similar. A SEI tinha estabelecido critérios de exame de similaridade para softwares em geral, que consistiam em testar ambos os produtos segundo uma série de funcionalidades. Ocorre que as funcionalidades esperadas de um SOR não estavam completamente especificadas nem os padrões formais estavam estabelecidos.

Caímos aí na questão de como enquadrar um produto de TI. Não havendo padrões e perfis estabelecidos, e sendo o produto inovador e complexo, a questão torna-se fluida e o enquadramento vaza por todos os lados.

Quando surgiu a polêmica em torno das Redes Locais a SEI era a única que tinha um grupo ativamente organizado para promover o uso da tecnologia. Embora com uma meta técnica, de redigir recomendações para o uso de órgãos do Governo Federal, havia no GERL uma clara consciência do alcance daquele trabalho no mercado nacional. Embora fossem ouvidos, os fabricantes não tinham assento no Grupo, composto em sua maioria por técnicos de empresas estatais.

A ABNT tinha comissões técnicas, mas profundamente imersas nos detalhes técnicos de protocolos e mídia (cabos e conectores). Havia ainda uma área de atrito potencial entre o CB-21 e o CB-03, sobre Eletricidade, já que no país também não havia fabricação dos cabos coaxiais adequados para o padrão então em voga. A SUCESU e a ABICOMP não tinham discussão acumulada sobre a questão, nem entidades como o Clube de Engenharia. A SUCESU, como uma organização de usuários, era dominada por técnicos de empresas grandes usuárias, e portanto, à época, usuárias de mainframes.

Surge então a necessidade de se manifestar coletivamente sobre a questão da similaridade. A SEI montou um grupo com representantes de vários setores do "mercado", mas em se tratando de uma inovação, muitos representantes não tinham maiores conhecimentos sobre Redes Locais. Ao que nos consta, nenhum participante do GERL, exceto talvez os funcionários da própria SEI que secretariavam o Grupo de Estudos, teve assento nesta espécie de Comissão Julgadora. O episódio está pouco documentado, e comentamos "de ouvir falar", mas ao que consta, na falta de um elenco de funcionalidades e uma bateria formal de testes, predominou no fim a opinião dos usuários. O representante da SUCESU teria declarado que as funcionalidades apresentadas pelo produto nacional "satisfaziam as necessidades dos usuários" e assim foi negado o registro do "similar importado".

Os desdobramentos do julgamento administrativo da questão foram para a esfera da Justiça, onde não chegou a se lograr uma solução. Uma a uma, as nascentes indústrias nacionais de Redes Locais foram fechando, tendo sobrevivido à abertura do governo Collor, apenas a Saga, a Procomp e a Itautec, sendo que apenas a primeira atua diretamente no mercado de redes.

Alguns anos depois, o software da Novell foi licenciado para o Brasil. Mas então o "momentum" tecno-político que impulsionava as soluções distribuídas já tinha se esvaziado consideravelmente, e as LANs permaneceram ou como uma solução de nicho ou sub-utilizadas como plataformas apenas para Automação de Escritórios e substituição de terminais, com raras aplicações cliente-servidor, o que só foi resgatado com o surgimento das Intranets e das aplicações "browser-enabled". O problema do Ano 2000 mostrou claramente quanto as corporações ainda dependiam, e ainda hoje dependem, de aplicações "Legacy" baseadas em mainframes.

## Conclusão

Este trabalho nos dá a oportunidade de mostrar a amplitude do conceito de enquadramento para além da questão da calculabilidade de custos e benefícios, atingindo a própria definição do produto. Mostramos que a própria existência, o próprio conceito de um produto de Tecnologia da Informação depende de um rigoroso enquadramento do mesmo em relação a uma rede formada não só por produtos complementares, mas principalmente de entidades ainda mais abstratas como arquiteturas, padrões, perfis, usuários e utilidade. É apenas dentro deste enquadramento que o produto ganha calculabilidade, no sentido de se poder compará-lo a outro produto concorrente e julgá-lo equivalente, superior ou inferior; ou ainda de se poder compará-lo a um padrão e estabelecer sua conformidade ou não.

Cabe observar que a questão de calculabilidade de um produto de TI no sentido de estabelecer um "valor de mercado" ou mesmo de considerá-lo como um ativo apresenta complexidades ainda maiores, pelas quais não ousamos enveredar aqui.

Apontamos também várias fontes de vazamentos ou externalidades, tanto positivas quanto negativas, ao contrário do que induz uma análise superficial, onde tenderíamos a buscar externalidades em fatores ambientais e achar que elas não ocorrem na tecnologia, onde os mercados são tão cuidadosamente construídos por conceitos e modelos lógicos. Fatores como mercado de trabalho, existência de profissionais de TI capacitados a utilizar e suportar o produto, competências exigidas dos usuários, existência de base instalada e plataforma operacional requerida, fazem parte do enquadramento e, portanto, são também fontes potenciais de vazamentos, que se configuram não só na perda de valor como também em resistências veladas e em barreiras de entrada no mercado do produto ou da tecnologia.

O caso mostra ainda o perigo de se tentar incluir representações dos usuários em segmentos onde as organizações de usuários não têm suficiente discussão acumulada sobre a tecnologia – a opinião dos usuários pode acabar se traduzindo na opinião do representante designado, ou de algum subconjunto de usuários ao qual o representante esteja mais intimamente filiado.

Na tentativa de construir um mercado nacional de redes locais, um dos principais atores-redes – o "Fabricante de Redes Locais" – acabou por não se conformar, embaraçado por exigências como a de suprir o software básico junto com o hardware – critério este advindo de pressões internacionais originadas em polêmicas de outros casos como o UNITRON [Marques 2002] e o SISNE. Este "papel", esta "personagem" acabou por se subdividir em coadjuvantes especializados – instaladores de cabeamento, revendedores de placas, especialistas em automação comercial ou bancária etc.

Finalmente vimos como um fator aparentemente secundário como uma licença de distribuição – um pequeno vazamento – conjugada a uma plêiade de fatores tecnológicos e políticos pode levar um mercado em processo de construção a explodir, como a placa cerâmica que faltava na asa da Colúmbia, abalando até mesmo outros mercados vizinhos ou complementares.

## Referências Bibliográficas

[Akrich 1992] – Akrich, Madeleine, "The De-Scription of Technical Objects" in Bijker & Law – "Shaping Technology / Building Society: Studies in Sociotechnical Change", Cap. 7.

[Akrich 1995] – _____, "User Representations: Practices, Methods" in Rip, Arie et al, eds. "Managing Technology in Society", Cap. 8, Cassell Publishers Ltd., London, 1995.

[Callon 1995] – Callon, Michel, "Technological Conception and Adoption Networks: Lessons for the CTA Practitioner" in "Managing Technology in Society": Arie Rip, Thomas J. Misa and Johan Schot, editors, 1995, Pinter Publishers, London & New York.

[Callon 1998] – _____, "An essay on framing and overflowing: economic externalities revisited by sociology", in Callon, Michel, ed. "The Laws of the Markets" – Blackwell Publishers & The Sociological Review – Oxford, UK & Maiden, MA, USA – 1998

[Callon 1998A] – _____, "Introduction: the embeddedness of economic markets in economics", in Callon, Michel, ed. "The Laws of the Markets" – Blackwell Publishers & The Sociological Review – Oxford, UK & Maiden, MA, USA – 1998

[Castells 1999] – Castells, Manuel – "A Sociedade em Rede", vol. 1, Ed. Paz e Terra, São Paulo.

[Christensen 1997] – Christensen, Clayton M. – "The Innovator's Dilemma", 1997, Harvard College, tradução de 2001 intitulada "O Dilema da Inovação", Makron Books.

[Cochoy 1998] – Cochoy, Frank, "Another discipline for the market economy: marketing as a performative knowledge and know-how for capitalism", in Callon, Michel, ed. "The Laws of the Markets" – Blackwell Publishers & The Sociological Review – Oxford, UK & Maiden, MA, USA – 1998

[ISO 7498-1] – ISO – International Organization for Standardization, International Standard 7498, Part 1, 1994 – "Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The Basic Model".

[Latour 1997] – Latour, Bruno. 1997. *Science in Action*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press; Tradução de Ivone C. Benedetti intitulada "Ciência em Ação". São Paulo, Ed. UNESP, 2000. ISBN 85-7139-265-X.

[Marques 2002] – Marques, Ivan da Costa: "From Rights of Possession to Rights of Creation: a clone of the Macintosh computer in Sao Paulo", UFRJ, 2002.

[Segre 2001] – Segre, Lidia Micaela e Rapkiewicz, Clevi Elena; Mercado de Trabajo y Formación de Recursos Humanos en Tecnología de la Información en Brasil. ¿Encuentro o desencuentro? – UN/CEPAL, 2001.

[Shapiro 1999] – Shapiro, Carl & Varian, Hal R., "A Economia da Informação", 1999, Editora Campus; Tradução de "Information Rules", Harvard Business School Press.

[Winner 1986] – Winner, Langdon, "Do Artifacts Have Politics?" in Langdon, Winner. 1986. "The Whale and the Reactor – A Search for Limits in an Age of High Technology". Chicago: The University of Chicago Press. p. 19-39

## Entrevistas

Para elaboração deste trabalho, entrevistamos as seguintes pessoas. As opiniões aqui colocadas, entretanto, são as do autor e de nenhum modo refletem, exceto quando explicitamente mencionado, declarações que tenham sido colhidas nesses depoimentos. Em particular o Dr. Edelvício deixa claro que seu depoimento é pessoal, não refletindo de modo algum a opinião da SEI ou do governo federal da época.

Ari Duarte Meirelles – sócio, nos anos 1980, da empresa SPA – Sistemas, Planejamento e Análise, centralmente envolvida na polêmica Novell. Hoje representa a SOFTEX em Düsseldorf, Alemanha, onde reside há muitos anos. Entrevistado por e-mail.

Carvalho, Rodney F.

Deana Weikersheimer – Advogada, sócia titular do escritório Weikersheimer Advogados Associados, especializado em informática, telecomunicações e comércio eletrônico, propriedade intelectual e industrial, que atuou na questão judicial que se estabeleceu na época, juntamente com outros advogados como Sílvia Galdelman e Georges Fischer.

Edelvício Amor de Souza Júnior – Engenheiro e Consultor especializado em processos de qualidade de software, à época funcionário da SEI, atuou no GERL.

Jorge Luiz Cesário Wanderley – Engenheiro e Consultor de Teleinformática, foi sócio da EMBRACOMP, depois denominada EBC e da CRT, ambas indústrias nacionais de microcomputadores e hoje dirige a EPA! – Empreendimentos e Participações Alternativas.

Lucas Tofolo de Macedo – Engenheiro e Consultor, com ampla atuação na área privada e na administração pública, dirigiu o Comitê Brasileiro de Informática – CB-21, da ABNT entre 1979 e 1986.

# Historia de vida de tres mujeres pioneras de la Computación en Costa Rica

Marta Eunice Calderón y Gabriela Marín

Escuela de Ciencias de la Computación e Informática,
Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica
{marta.calderon, gabriela.marin}@ecci.ucr.ac.cr

**Resumen.** Nuestro interés es rescatar el legado de las mujeres en un campo considerado por muchos como mayoritariamente masculino. Presentamos el aporte de tres mujeres pioneras a la Computación en Costa Rica. Utilizando historias orales se ha tratado de reconstruir las historias de vida de la mujer que tuvo bajo su responsabilidad la primera computadora electrónica del país, la primera mujer costarricense que impartió cursos de la carrera de Ciencias de la Computación en la Universidad de Costa Rica, y la primera mujer costarricense que se graduó de dicha carrera. Cada una de ellas, única en su género, ha dejado una huella significativa en las futuras generaciones y es un ejemplo a seguir.

**Palabras clave:** Historia, Computación, mujeres pioneras

**Abstract.** Our interest is to rescue the legacy of women in a field considered by many to be male dominated. We present the contribution of three women pioneers in Computer Sciences in Costa Rica. Using oral histories, we have attempted to reconstruct the life stories of the woman who was in charge of the country's first electronic computer, the first Costa Rican woman who taught courses at the Computer Science School at the University of Costa Rica, and the first Costa Rican woman who graduated from this program. Each of them is unique, and has left a significant footprint on future generations. Each can be seen as a role model.

**Keywords:** History, Computer Sciences, pioneer women

## 1 Introducción

La historia de la Computación y la Informática, al igual que la de otros campos científicos y técnicos, ha sido escrita en términos masculinos. Pocas veces se resalta el papel que han jugado las mujeres en el desarrollo de esta disciplina. Esta situación se ha visto reforzada por el hecho de que la mayoría de los que ingresan a estudiar Computación son hombres. Tal es el caso de la Universidad de Costa Rica (UCR), donde en la actualidad sólo 15 % de las personas que ingresan a la Escuela de Ciencias de Computación e Informática son mujeres [1]. Esta situación no es nueva.

La primera generación de graduados en computación de la UCR en 1976 estaba compuesta por cinco personas, de las cuales sólo una era mujer.

Las primeras computadoras llegaron a Costa Rica en el segundo lustro de la década de los años 60. En particular, en la UCR la aventura empezó alrededor del año 1968 [2]. La primera computadora electrónica adquirida por la UCR fue *Matilde*, una IBM 1620-1 [3]. *Matilde* fue puesta a disposición de toda la comunidad universitaria en el Centro de Cálculo Electrónico. Lo que es poco conocido es que la primera directora de este centro fue una ingeniera civil, la profesora Clara Zomer.

La historia de la Computación está llena de hitos grandes y pequeños. Algunos de estos han sido protagonizados por mujeres pioneras, quienes sin saberlo estaban abriendo nuevos caminos. Poco se sabe en general de ellas y de su legado. En este artículo presentamos el aporte de tres mujeres pioneras de la Computación en Costa Rica: la mujer que tuvo bajo su responsabilidad la primera computadora electrónica de la UCR, la primera mujer costarricense que impartió cursos de la carrera de Ciencias de la Computación, y la primera mujer costarricense que se graduó en Ciencias de la Computación. Cada una de ellas nos ha dejado un legado que deseamos rescatar.

La estructura de este documento se describe a continuación. En la Sección 2 se hace una breve introducción a algunos antecedentes, los cuales fueron utilizados para desarrollar la metodología utilizada. Las siguientes tres secciones contemplan cada una la historia de vida de una de las tres pioneras en orden cronológico de aparición en el campo de la Computación. Finalmente, se incluye la sección de conclusiones.

## 2 Trabajos relacionados y metodología

Muchas mujeres han contribuido significativamente al desarrollo de las Ciencias de la Computación [4]. Algunas de ellas son ampliamente reconocidas, como es el caso de Augusta Ada Byron Lovelace, inventora de conceptos y estructuras de programación, y cuyo nombre se inmortalizó con el lenguaje de programación Ada. Sin embargo, el trabajo de las mujeres en Computación ha sido muchas veces completamente ignorado, como fue el caso de Jennings Bartik y otras cinco mujeres, quienes programaron la trayectoria para la presentación pública de la computadora ENIAC, pero que no recibieron reconocimiento alguno por su gran esfuerzo y empeño [5]. Poco conocido es el gran aporte de mujeres como Betty Holberton, Adele Mildred Koss y Grace Murray Hopper, en el proceso de hacer las computadoras más accesibles y darles uso en un ámbito más amplio de aplicación [4].

En el 2005, guiadas por la preocupación de la falta de presencia femenina en el área de Computación, un grupo numeroso de mujeres reunidas en Lisboa, como grupo de trabajo ITiCSE, emprenden la tarea de honrar la memoria y preservar la historia de las mujeres pioneras en el campo. Este grupo, liderado por Vicki Almstrum trabaja en torno a los siguientes objetivos: (1) documentar modelos para ser imitados por las nuevas generaciones de mujeres, (2) capturar las historias no escritas de mujeres pioneras en el campo, (3) explorar estas historias para aprender de ellas, ya que sus protagonistas en muchos casos enfrentaron circuntancias difíciles, y (4) elaborar un registro de estas dificultades y los medios con los cuales se enfrentaron,

como una fuente de inspiración para las nuevas generaciones [6]. Su proyecto se basó en hacer una recopilación estructurada de la historia oral como fuente primordial del estudio.

Nuestra investigación toma como referencia la metodología seguida por este grupo, y construye los instrumentos presentes en el apéndice, con base en las preguntas propuestas por el grupo de trabajo ITiCSE [6]. Nuestra metodología de investigación se centra en entrevistas personales a dos de las tres pioneras, por estar estas aún con vida. En el caso de la única pionera difunta, la historia de vida ha sido reconstruida por el curriculum de vida de ella, que nos fue suministrado por su hija, por algunos de sus escritos, y por los resultados de las encuestas realizadas a siete de sus alumnas (ver detalle de la encuesta en el Apéndice). Adicionalmente, en el caso de todas las pioneras, se logró contar con material escrito y artículos que referencian su quehacer profesional.

A continuación se presenta una reseña de vida de estas tres mujeres ejemplares.

## 3 La fundadora del Centro de Cálculo Electrónico

Ingeniera civil de profesión, la profesora Clara Zomer ha sido una mujer pionera en variedad de campos, que abarcan desde la docencia hasta puestos políticos. Uno de ellos es el de la Computación. En 1965 tuvo la oportunidad de permanecer en el Centro de Cálculo Electrónico de México, en la Universidad Autónoma de México (UNAM). El objetivo de su permanencia ahí fue que se familiarizara con el empleo de computadoras electrónicas, con el fin de comprender cómo resolver problemas de distintas disciplinas por medio de su uso. Ese mismo año también se trasladó a la Universidad de Stanford a realizar estudios de posgrado. Nuevamente tuvo la oportunidad de trabajar en el centro de cálculo electrónico de esta casa de estudios, donde contaban con una computadora Burroughs.

Con estas experiencias, en 1968 estableció dentro de la Facultad de Ingeniería el Centro de Cálculo Electrónico (CCE) de la UCR y se constituyó en su primera directora. Para organizar su funcionamiento, siguió los procedimientos y normas administrativos que había visto aplicar en la UNAM y en Stanford. El CCE adquirió bajo su gestión una computadora IBM 1620-1, conocida popularmente como *Matilde*, de tan sólo 40000 posiciones de memoria [7].Este es un gran hito en la historia de la computación en Costa Rica, puesto que *Matilde* también fue la primera computadora electrónica que llegó a Costa Rica [8]. En palabras de doña Clara, en el CCE laboraba como operadora una mujer y se contaba con un asesor de la IBM. [3]

Al amparo y con la guía de doña Clara y de acuerdo a su relato periodístico, los muchachos, "enfrentándose a la alternativa de someter **el computador** a su dominio, decidieron ponerle nombre de mujer…. Con este acto (el bautismo) **el computador** se convirtió en algo cercano –madre, hermana o novia – con lo cual es posible trabajar en términos humanos y no mágicos" [9] *(la negrita no es propia del artículo)*.

Por iniciativa de la fundadora del CCE, *Matilde* no sólo fue puesta a disposición de toda la comunidad universitaria, sino de todo el país [3]. La ingeniera Zomer tomó esta decisión de forma voluntaria y planificada. Por ello, invitó a estadísticos, médicos, demógrafos y otros profesionales a aprender a utilizar la computadora. Sabía

que para convencerlos, ella misma tenía que enseñarles a programarla, por lo que dedicó tiempo para impartir cursos y seminarios.

Uno de los profesionales iniciados por ella en el campo fue el filósofo Claudio Gutiérrez Carranza, quien cuando regresó de sus estudios de doctorado, se encontró con que la UCR había adquirido una computadora. En una conversación entre la ingeniera Zomer y el doctor Gutiérrez, ambos discrepaban acerca de la utilidad de las computadoras en la filosofía y otras ciencias consideradas por él nobles. Dado que el doctor Gutiérrez tenía como especialidad la lógica simbólica, la ingeniera Zomer le preguntó cuánto tiempo le tomaría resolver un problema de su disciplina y lo invitó a intentar hacerlo con la computadora, para que se convenciera de que podría solucionarlo en menos tiempo con la ayuda de ésta [3]. El doctor Gutiérrez aceptó el reto y fue la misma ingeniera Zomer quien le enseñó a programar en el lenguaje Fortran. Para él significó el inicio de una intensa labor en el campo de la inteligencia artificial [2]. Para ella, don Claudio se convirtió en un aliado estratégico en la consolidación de la Computación en la UCR, al convertirse él en Rector de la Universidad. Muestra de esto es que durante su gestión se crea la Escuela de Ciencias de la Computación.

La ingeniera Zomer impartió los primeros cursos de computación en la UCR, tales como Cálculo electrónico (programación en Fortran), Análisis de sistemas, Programación lineal y Ruta crítica.

A pesar de que *Matilde* era una computadora para aplicaciones científicas, la ingeniera Zomer programó una aplicación administrativa en el lenguaje ensamblador llamado SPS; un programa de planillas, que efectivamente fue utilizado para cálculo de planillas de la UCR [3]. Ni SPS ni Fortran eran lenguajes aptos para el desarrollo de aplicaciones administrativas. Por ello, este desarrollo es especialmente significativo. Con este gran esfuerzo, la ingeniera Zomer quería hacer patente que la computadora era útil no sólo para fines científicos, sino también administrativos. De esta forma y por el enorme carisma y esmero de la Ing. Zomer, el CCE impulsó el uso de las computadoras en los ámbitos de la docencia, la investigación y la administración.

El CCE funcionó desde 1968 hasta 1973. Fue el precursor del Centro de Informática, que empezó a funcionar en 1973 como la unidad administrativa a cargo del diseño y la implementación de sistemas computarizados, además de dedicarse al apoyo computacional a la investigación y la docencia en la UCR [7,10].

Entre 1992 y 1994, la ingeniera Zomer fungió como Decana de la Facultad de Ingeniería. Durante este periodo, consolidó la fibra óptica de la Facultad [3].

Aparte de ser pionera en el campo de la computación, la ingeniera Zomer ha sido la única mujer que ha alcanzado el decanato de la Facultad de Ingeniería de la UCR, la primera persona que dirigió la Oficina de Planificación de la Educación Superior, la única mujer que ha sido presidenta del Instituto Nacional de Urbanismo, una diputada enérgica, y Ministra de la Vivienda de Costa Rica.

Según las propias palabras de la ingeniera Zomer, el mayor reto de su vida ha sido compatibilizar su vida familiar con su vida profesional. Inclusive en una ocasión rechazó una oferta para laborar en la jefatura de un centro de cálculo electrónico por la imposibilidad de mantener esta compatibilidad. Sin embargo, es importante resaltar que nunca ha sentido que haya sido diferente o discriminada por el hecho de ser mujer. Ella no se ha visto a sí misma como una reinvicadora de la posición de las

mujeres. Considera que siempre ha sido valorada por su inteligencia y por estar orientada a la acción [3]. A lo largo de su vida ha sabido aprovechar la oportunidad que ha tenido para convertirse en agente de cambio.

Cuando le preguntamos a la ingeniera Zomer cuál consejo daría a una mujer joven que quisiera empezar estudios en ciencias de la computación, su respuesta fue que siga su estrella y que nada la detenga.

## 4 La primera profesora de Ciencias de la Computación

¿De dónde surgen los primeros profesores en Ciencias de la Computación? En el caso de la UCR, los primeros profesores fueron matemáticos o ingenieros [7, 11]. Entre todos ellos destacaba la presencia de una mujer, Silvia Chavarría González. Con un bachillerato en Matemática y una maestría en Matemática Aplicada, Silvia, como era llamada por quienes la conocimos y reconocida por muchos en la UCR, empezó a impartir cursos de Ciencias de la Computación cuando este programa de estudios se impartía en el Departamento de Computación de la Escuela de Matemática de la UCR.

En 1981, cuando se fundó la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática (ECCI), Silvia pasó a formar parte del cuerpo de trece docentes que la conformaron inicialmente [12]. En 1993 se convirtió en la primera mujer en ser directora de la ECCI. También fue directora, años después, del Programa de Posgrado en Computación e Informática de la UCR, en el cual siguió laborando inclusive después de haberse pensionado. Además de impartir cursos de investigación de operaciones, que eran su especialidad, incursionó también en cursos de análisis y desarrollo de sistemas, y de impacto social y ético de la Computación. Durante ocho años se desempeñó, simultáneamente a sus actividades docentes, como coordinadora del Programa de Actualización y Capacitación Computacional, un programa de extensión docente creado para la formación de personal de la industria. Nunca temió a incursonar en nuevos campos. Por esta razón, su experiencia laboral no se limitó a la docencia. También participó en proyectos de auditoría de sistemas y de análisis y diseño de sistemas [14].

Durante su época de estudiante de Matemática era prácticamente la única mujer en su grupo [13]. Sus compañeros la trataban bien, pero desde entonces ella notó que existían muchas diferencias entre ella y ellos. Relata que no contar con una compañera con quien compartir sus vivencias la llevó hasta el extremo de odiar la matemática en su tercer año de estudio. Tuvo la suerte de que una ex-profesora y psicóloga le facilitó unas lecturas sobre matemáticas y género, que le ayudaron a comprender su situación y cambiarla. En ese momento surgió su interés por los problemas de género y ciencia y tecnología, que fue una constante por el resto de su vida. Tal fue su interés que en 1991 obtuvo, en la Universidad de Wisconsin en Madison, una maestría en Currículo e Instrucción, con especialidad en Enseñanza y aprendizaje de la matemática y cómputo por parte de mujeres. Expuso su vasta producción literaria en el campo de género y ciencia en múltiples congresos y seminarios, tanto nacionales como internacionales [14]. Fue, además, la primera

persona costarricense que recibió dos veces una beca Fulbright-LASPAU, honor realmente difícil de conseguir.

Silvia fue reconocida en muchos ámbitos como una mujer admirable, que dejó una huella imborrable en cada persona que entró en contacto con ella. Siempre miró al ser humano que había en cada uno, en sus estudiantes y compañeros, fue un ejemplo real de lucha por la vida. Siempre mantuvo su espíritu de enseñanza, enseñanza que fue más allá de aprender el contenido de los libros, una enseñanza de compartir ideas y posiciones, y de respeto hacia el ser humano interlocutor.

Fue mentora de muchísimas mujeres en la carrera de Computación, ofreciendo siempre un oído atento, una voz amiga y un consejo pertinente. Recolectamos las impresiones que sobre ella poseen algunas de sus destacadas estudiantes, quienes han logrado tener un grado de posgrado todas, y han llegado a puestos de relevancia para la Computación del país, a saber, directora de la Maestría en Computación e Informática, directora de la Sede Regional del Pacífico, docente en propiedad de la Sede Regional de Occidente, y profesora invitada, todas de la Universidad de Costa Rica, y directora de proyectos en el Instituto Costarricense de Electricidad, asistente de la División de Servicios Tecnológicos del Banco Central de Costa Rica y líder técnica de proyectos bajo el puesto de Fiscalizador en Sistemas de Información, en la Contraloría General de la República. A continuación presentamos sus respectivas impresiones:

> Lidia Arévalo: "*Trabajadora incansable, dedicada a su profesión, amiga leal, … pedagoga innata.*"
>
> Susan Chen: "*Mujer segura, firme, audaz, libre, sin complejos, de armas tomar. Era alentadora, motivadora. Hacía lo que quería, y era firme en lo que creía*."
>
> Yorleny Salas: *"… mujer llena de energía, alegre y de "armas tomar". Era una profesora crítica, activa, nada magistral más bien muy participativa.."*
>
> Alexandra Martínez*: "...tuvo influencia en mí al mostrarme que las mujeres eran tan valiosas como los hombres profesionalmente, y que uno tenía que luchar por lo que creía."*
>
> Katia Méndez: "*Una persona alegre, emprendedora y firme."*
>
> Marta Rodríguez: "*Excéntrica, original, super inteligente,… positiva, auténtica, abierta, daba confianza, desafiaba lo convencional."*
>
> Rosa Solís: *"…persona con gran determinación y fuerza interior, lo que le permite lograr las metas que se propone."*

Sus estudiantes reconocen en ella la franqueza con que expresaba lo que pensaba, la firmeza con la que defendió sus creencias. Fue ejemplo a seguir para ellas. Como plantea Rosa Solís, "*Como madre, mujer y profesional podía observar en ella una*

*persona muy valiente y decidida, que siempre luchaba y se las arreglaba para poder cumplir con sus responsabilidades y metas*".

Gran consejera, Silvia tenía la virtud de analizar los problemas y encontrarles una solución práctica rápidamente, ya fueran problemas profesionales o personales.

Además de su actividad académica, Silvia fue madre, activista política y miembro del sindicato de la universidad y de organizaciones feministas [13].

## 5 La primera mujer graduada de Ciencias de la Computación

¿Por qué decide una mujer joven estudiar Ciencias de la Computación cuando todavía nadie sabía de qué se trataba esa carrera? En el caso de la primera mujer graduada en Ciencias de la Computación, Marta Calderón Chacón, la decisión no fue resultado de un proceso de evaluación concienzudo, sino más bien una oportunidad que decidió aprovechar [15]. Un profesor de la Escuela de Matemática, la recomendó para una beca que ofrecía el Instituto Nacional de Seguros (INS), con lo cual ella se aseguraba de que podría concluir sus estudios universitarios. Así fue como formó parte de la primera generación de estudiantes de Ciencias de la Computación no sólo de la Universidad de Costa Rica, sino de todo el país. En 1976 se convirtió en la primera mujer en obtener el grado de bachiller en Ciencias de la Computación de la Universidad de Costa Rica. Nuevamente becada por el INS, en 1979 se gradúo en la Universidad de Pennsylvania en el programa de Maestría en Ciencias de la Computación e Información, con lo cual también fue la primera mujer costarricense en obtener un título de posgrado en esta disciplina.

Durante su época de estudiante en la UCR su mayor reto fue sobrevivir los difíciles cursos de matemáticas. Nunca enfrentó discriminación por ser mujer, aunque reconoce que muchas mujeres viven en condiciones muy difíciles.

Su primer trabajo después de graduada en la UCR fue en el INS, donde tuvo a su cargo la dirección de desarrollo de sistemas y laboró con un grupo de aproximadamente treinta y cinco profesionales muchos de los cuales ella misma reclutó, dedicados a grandes proyectos de automatización para la institución que administraba todos los seguros del país. Este fue el primer gran logro de su vida profesional.

En 1982 Marta Calderón dio un cambio de rumbo en su vida y se dedicó a consultoría de sistemas de información y la auditoría de sistemas, campo muy nuevo en Costa Rica en ese entonces. Tuvo la oportunidad de trabajar con Herrero Villalta y Asociados, representantes de Deloitte, Haskins & Sells en Costa Rica, con quienes realizó auditorías de los centros de computación y los sistemas de información de gran variedad de organizaciones, tales como el Instituto Costarricense de Electricidad, la Caja Costarricense del Seguro Social, Universidad Nacional, el Instituto de Acueductos y Alcantarillados, la Embotelladora Coca Cola de Costa Rica y el Banco do Brasil en Panamá.

Ella siempre ha tenido la pasión por aprender y compartir sus conocimientos. Entre 1982 y 1984 dirigió la Revista Computing, primera publicación en el campo de la computación en Costa Rica. Realizó labor docente desde 1980 hasta 1984, primero en la Universidad Autónoma de Costa Rica (UACA) y posteriormente también en la

UCR. Además de profesora, en la UACA llegó a ser directora de la carrera de Sistemas de Información. En la UCR fue la primera docente en impartir el curso de Auditoría de sistemas. Su motivación para dedicarse a la docencia fue que la obligaría a mantenerse permanentemente actualizada.

En 1985 empezó a trabajar en el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en Washington, DC, Estados Unidos, donde enfrentó el reto de introducir las computadoras personales en uno de los departamentos más grandes del Banco. En la actualidad se desempeña como Coordinadora de Auditoría en la Auditoría General del BID.

A pesar de que los cursos de matemática se le hicieron muy difíciles durante sus años de estudios, sus grandes logros profesionales han estado relacionados con la aplicación del pensamiento matemático a auditorías muy complejas o en áreas no auditadas con anterioridad, y al desarrollo de modelos de evaluación de riesgos y el análisis de datos. Su mayor reto personal ha sido vencer las limitaciones que genera ser una persona introvertida para poder enfrentarse a un ambiente profesional que requiere de amplias habilidades de comunicación.

Con su calidad como docente y con su carisma supo ganarse el aprecio de sus estudiantes. Es el caso del señor Freddy Álvarez, CEO de la empresa TECHinAGRO, S.A., quien fuera su alumno en la UACA [17]. Una generación de la UCR en particular desarrolló un fuerte lazo con ella. Esta generación estaba formada, entre otros, por Ligia Garro, quien es una muestra de la excelente relación de Marta Calderón con sus estudiantes. Ligia, quien también trabaja en el BID y ha estado cerca de ella por más de una década, describe la forma de enseñar de Marta Calderón como de "*explicación de conceptos ... simple pero precisa, escucha con mucha atención las preguntas que los estudiantes hacen y da importancia a todas las preguntas por igual*." En cuanto a su relación profesional y personal con la pionera, afirma que "*...a su lado, se puede vivir el sentido de responsabilidad y de ganas de superación*." y "*...lo más impactante para mí es su optimismo para lo que la vida le presenta a uno, ver el lado bueno siempre*."

Marta Calderón Chacón combina sus actividades profesionales con la promoción de las mujeres tanto dentro del BID como a nivel internacional. Además de ser la coordinadora de la Red de Mujeres Profesionales del BID, es directora del Área 4 del Distrito 3 de la organización Zonta Internacional, que incluye el estado de Virgina, parte del de Maryland y Washington, DC. El objetivo de esta organización es promover la mejora en la situación de las mujeres por medio de proyectos tanto de educación y salud como de protección contra violencia doméstica y tráfico ilegal de mujeres y niños.

Según sus propias palabras, ella ha sabido aprovechar las oportunidades que le ha ofrecido la vida. Esto le ha permitido desarrollarse tanto personal como profesionalmente. Para ella es importante contribuir a mejorar la situación de la mujer tanto en el ambiente laboral como en la sociedad en general. Esa ha sido su lucha durante los últimos 25 años.

Cuando le preguntamos a ella cuál consejo daría a una mujer joven que quiera empezar estudios en Ciencias de la Computación, su respuesta fue variada: 1) que esté segura de que le gusta la carrera, 2) que busque una persona tutora que le ayude a entender cómo será su futuro profesional, y 3) que se asegure de que estará dispuesta

a enfrentarse a un trabajo muy demandante, que sin embargo, le puede dar grandes recompensas.

## 6 Conclusiones

Las historias de vida descritas con anterioridad muestran las singularidades de cada una de estas mujeres ejemplares. Ellas ingresan a un campo profesional incipiente y novedoso en momentos diferentes, y juegan roles diferentes en su desarrollo. Para las personas que tenemos el privilegio de haberlas conocido personalmente, sabemos que su mejor característica es la de ser únicas. Ellas abrieron camino al andar, con personalidades muy bien definidas, y a todas luces, no convencionales. Ellas han sido exitosas, y en su mundo, han sido tenaces en defender su individualidad.

Sorprende, sin embargo, que sus relatos de vida muestran muchísimas similitudes. Fueron mujeres valientes, mujeres con ánimo de enfrentar lo desconocido, mujeres con la fuerza interior de no sentirse intimidadas de incursionar en arenas comúnmente habitadas por hombres, mujeres que tuvieron que enfrentar tabúes sociales y en su desarrollo profesional aprender a hacer compromisos entre su vida personal y su vida profesional.

No solo es importante su aporte material al campo de la computación, como por ejemplo, haber traido la primera computadora a Costa Rica, haber sido la primera mujer profesora y directora de la Escuela de Computación y haber sido la primera estudiante quien abrió brecha a nuevas mujeres en el campo, su aporte como personas es tal vez más significativo. Ellas han dejado una huella difícil de borar en las nuevas generaciones. Esperamos que este artículo, sirva para que muchas jóvenes mujeres encuentren en estas líneas en valor de incursionar en un campo que sigue siendo mayoritariamente masculino.

## Referencias

1. Marin, G., Barrantes, E. G., Chavarria, S. ¿Se estarán extinguiendo las mujeres de la carrera de Computación e Informática?, en Memorias de la XXXIII Conferencia Latinoamericana de Informática, CLEI 2007, San José, Costa Rica (2007)
2. Rodríguez, R.J. Los caminos de la inteligencia artificial: entrevista a Claudio Gutiérrez Carranza. http://www.claudiogutierrez.com/papers/caminos.html (1993)
3. Marín, G. y Calderón, M. Entrevista realizada a Ing. Clara Zomer, Ministra de la Vivienda. San Pedro, 12 de abril, 2010
4 Gürer, D. Women in Computing History. En: ACM SIGCSE Bulletin, vol. 34, número 2, pp. 116--120. ACM: Nueva York (2005)
5. Todd, K., Mardis, L. y Wyatt, P. We´ve Come a Long Way, Baby! But Where Women and Technology Are Concerned, Have We Really? En: Proceedings of the 2005 SIGUCC Conference, Monterey, California, pp. 380--387 (2005)
6. Almstrum, V., Barker, L., Owens, B.O., Adams, L., Aspray, W., Dale, N.B., Dann, W., Lawrence, A. y Schwartzman, L. Building a Sense of History: Narratives and Pathways of Women Computing Educators. En: ACM SIGCSE Bulletin, vol 37, número 4, ACM, Nueva York, pp. 173--189 (2005)

7. Centro de Informática. El Centro de Informática de la Universidad de Costa Rica. Archivo de la ECCI (1976)
8. De Faria, E. Tecnología digital y resolución de problemas. En: Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática. Año 2, número 3, pp. 119--131 (2007)
9. Zomer, C. Matilde. En: 10 Años en la página quince. Editorial EUNED, San José, Costa Rica, pp. 9-10 (1982)
10. Brenes, A. Aportes del Centro de Informática en 35 años. Centro de Informática, Universidad de Costa Rica, San Pedro, http://ci.ucr.ac.cr/index.php/quienes-somos (2008)
11. Calderón, M. Entrevista sobre fundación de la ECCI realizada a Gaínza, Javier, director fundador de la ECCI y profesor emérito. San Pedro, 8 de diciembre, 2009
12. Vicerrectoría de Docencia. Resolución VD-1077-81 del 1 de julio de 1981. San Pedro. Archivo de la ECCI.
13. Chavarría, S. Género, ciencia y tecnología, una visión muy personal. En Memorias del Primer Encuentro Multidisciplinario "Mujeres y Ciencia", San José, Costa Rica, http://www.conicit.go.cr/documentos/documentos/listadocs/mujeres_ciencia/relatos/Silvia_Chavarria2.htm (2002)
14. Chavarría, S. Currículum Vitae 2007. Cedido por su hija a las investigadoras (2010)
15. .Calderón, M.E. Comunicación vía Internet realizada con la Máster Marta Calderón Chacón, (2010)
16. Calderón, M.L. Marta Calderón: Una historia de extraordinarias oportunidades. Testimonio cedido a las autoras. (2010)
17. Calderón, M.E. Entrevista realizada a Ing. Freddy Álvarez, CEO de TECHinAGRO, S.A., 9 de abril, 2010

## Apéndice: Instrumentos utilizados

Utilizamos dos instrumentos para la recolección de información. El primero es un cuestionario que empleamos para obtener información de dos de las mujeres pioneras. Las preguntas planteadas nos ayudan a delinear una carrera profesional. El instrumento nos sirve de guía para preparar y conducir una entrevista con una mujer pionera. Los temas cubiertos son los siguientes:

### Instrumento de recolección de Historias de Vida de _____

*Estamos tratando de reconstruir el rol de mujeres pioneras en la Historia de la Computación en Costa Rica. Entre las posibles candidatas hemos seleccionado a Usted por ser la primera mujer que _____.*
*La información que Ud. nos suministre podrá formar parte de un artículo que esperamos sea publicado en SHIALC 2010 Simposio de Historia de la Informática en América Latina y el Caribe (como parte de CLEI 2010).*

*Agradecemos su colaboración.*

1. ¿Dónde está en la actualidad? ¿En qué trabaja?

2. ¿Dónde estudió? ¿Qué títulos obtuvo y cuándo?

3. ¿Cuáles son los hitos o logros más importantes en su carrera profesional?

4. ¿Cuáles son los retos que ha enfrentado en su ambiente laboral?

5. ¿Cómo se aprecia a sí misma? ¿Era una buena estudiante?

6. ¿Por qué decidió estudiar computación o una carrera de tecnología ? ¿Qué o quién influyó en su decisión?

7. ¿Cuál ha sido su experiencia docente?

8. ¿Qué la motivó en su momento a ser docente?

9. ¿Qué consejos daría a una mujer joven que quiera empezar o esté empezando sus estudios de ciencias de la computación?

10. ¿Cuál es la historia por la que le gusta que la recuerde la gente?

El segundo instrumento está dirigido a mujeres profesionales que fueron alumnas de las mujeres pioneras. Nos fue particularmente útil para ayudarnos a reconstruir la vida de la única pionera difunta, apoyándonos en la impresión que dejó en sus estudiantes, aunque una estudiante de otra de las pioneras también lo llenó. El instrumento se presenta a continuación.

## Instrumento de recolección de Historias de Vida de _____

*Estamos tratando de reconstruir el rol de mujeres pioneras en la Historia de la Computación en Costa Rica. Entre las posibles candidatas hemos seleccionado a _____ por ser la primera mujer que _____.*
*Nos gustaría conocer su experiencia cuando ud. estuvo en contacto con ella. La información que ud. nos suministre podrá formar parte de un artículo que esperamos sea publicado en SHIALC 2010 Simposio de Historia de la Informática en América Latina y el Caribe (como parte de CLEI 2010).*
*Agradecemos su colaboración.*

**Datos de la entrevistada**

1. Nombre:

2. Formación académica (por favor especifique todos sus estudios universitarios):

Grado y título obtenido:
Institución:
Año de graduación:

3. ¿Cuál es su posición laboral actual e institución para la cual labora?

**Datos de la relación entre ud. y la mujer pionera**

4. Describa el contacto que tuvo con ella
-Como profesora (incluya ¿en qué años? y ¿para cuáles cursos?)
-Como jefe
-Cómo amiga

**Datos de la mujer pionera**

5. ¿Cómo la describiría a ella?

6. ¿Qué características de su trato interpersonal le llamaron más la atención?

7. ¿Cómo describiría su filosofía de enseñanza?

# A Cobra Teve Uma Partitura[1] : um processo de software no transbordamento dos modelos "universais"

Cássio Adriano Nunes Teixeira[1] e Henrique Luiz Cukierman[2]

Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE/UFRJ, Bloco H, CT, Caixa Postal 68511 – Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ
[1]cassio@bndes.gov.br, [2]hcukier@cos.ufrj.br

**Abstract.** In the beginning of the 1980's, the Brazilian state owned company COBRA – Computadores Brasileiros S. A - began to sell a family of minicomputers, the COBRA-500 family, whose software was known for its superior quality. As for today, one of the usual reasons for a successful software is the existence of a well defined process of software development, based on an "universal" model. Nevertheless an exam of COBRA's history shows that alternative reasons are possible.

**Resumo.** No início dos anos 1980, a estatal brasileira COBRA – Computadores Brasileiros S. A. comercializou uma série de minicomputadores denominada COBRA-500, cujo software foi reconhecido por seu nível de qualidade. Uma explicação usual hoje em dia para a qualidade desse software seria a existência de um processo de desenvolvimento bem definido, baseado em algum modelo "universal". A investigação da história desta empresa, porém, dá margem a uma explicação alternativa.

## 1 Introdução

Via de regra, a prática da informática nas empresas hoje em dia é dominada pelo imperativo dos modelos e padrões "universais", tais como, dentre tantos outros, os paradigmáticos COBIT, ITIL, PMBoK, CMMI, UP[2] . Por "universais" entendem-se aqueles modelos e padrões que reivindicam uma competência que lhes é intrínseca, um "conteúdo técnico" que seria capaz de

[1] Partitura foi o nome dado a uma notação, definida pela própria equipe de desenvolvimento, para o controle do desenvolvimento do compilador COBOL na COBRA – Computadores Brasileiros S. A. Gilles Deleuze e Felix Guattari (1995) tratam de outra metáfora – a do rizoma – e procuram ilustrá-la justo com uma partitura de Sylvano Bussoti. É com esta partitura-rizoma em mãos que buscamos compreender a experiência daqueles engenheiros de software.

[2] COBIT – *Control Objectives for Information and related Technology*; ITIL – *Information Technology Infrastructure Library*; PMBoK – *Project Management Body of Knowledge*; CMMI – *Capability Maturity Model Integration*; UP – *Unified (Software Development) Process*.

materializar os benefícios que supostamente encerram em quaisquer outros "contextos" fora dos locais e situações que os produziram. Essa prática da informática, tutelada pelos modelos "universais", denota o grande domínio e influência do pensamento científico moderno.

Mergulhados nesta realidade, partimos em busca de um "processo padrão" que fosse capaz de explicar a prática de desenvolvimento de software bem sucedida na empresa COBRA[3] – Computadores Brasileiros S.A., ocorrida no início dos anos 1980. No entanto, por opção metodológica, seguindo "engenheiros de software em ação" (LATOUR, 2000), a partir de uma série de entrevistas com ex-integrantes daquela empresa, a narrativa que se pôde construir não revelou um processo de software nos moldes usuais dos modelos "universais". Ao contrário, a narrativa explicita a existência de um discurso de "autonomia brasileira em tecnologias de informática" e traz uma rede sociotécnica urdida pelos mais diversos atores, durante a vigência de um governo militar ditatorial, entre eles a Marinha Brasileira, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social e uma elite de engenheiros das principais universidades do Brasil, que viam a luta pela informática nacional incorporada à luta pela redemocratização do país. Na rede sociotécnica que constituiu a COBRA, surgiu um processo de software que garantiu a qualidade do software desenvolvido para a família de minicomputadores COBRA-500, um processo de software que transborda do enquadramento moderno "universalizante", mas que é melhor explicado pela metáfora do rizoma de Deleuze e Guattari (1995).

## 2 Autonomia tecnológica em informática, o discurso dentro do discurso

Para investigar o processo de desenvolvimento de software ocorrido na COBRA, é preciso visitar, ainda que brevemente, sua própria história da COBRA, uma vez quem contexto e conteúdo não podem ser separados para que se compreenda a produção de fatos científicos e artefatos tecnológicos (LATOUR, 2000). Nesta seção, procuramos uma alternativa à dicotomia contexto-conteúdo, propondo em seu lugar o conceito de discurso, para em seguida argumentar que existiu um discurso que suportou desde a criação da COBRA até o seu desenvolvimento de software e hardware.

Entendemos por discurso aquilo que Paul Edwards (1999) caracteriza como sendo mais que simples peça oratória ou retórica. Um discurso resulta de, e ao mesmo tempo instiga, uma produção coletiva de vários atores[4] conectados por relações não determinísticas, por vinculações contingentes e, portanto, não definidas (nem definíveis) a priori. Em suas palavras,

> *Discurso é um conjunto heterogêneo, em permanente auto-elaboração, que combina técnicas e tecnologias, metáforas, linguagens, práticas e fragmentos de outros discursos em torno de um ou mais suportes. Ele produz tanto poder quanto*

[3] "Sucesso" aqui refere-se à incorporação bem sucedida do sofware desenvolvido pela COBRA aos seus produtos.

[4] Por simplicidade, utilizaremos neste artigo o termo "ator", embora fosse mais adequado o termo "actante", oriundo da semiótica, pois actante liga-se à idéia de ação, não à idéia de intenção (CALLON, 1999), e permite considerar humanos e não-humanos nos mesmos termos, sem tratá-los em separado por conta da separação convencional entre Natureza e Sociedade, entre sujeitos e objetos, entre ciência e cultura.

*conhecimento, comportamento individual e organizacional, fatos, lógica e a autoridade que o reforça (EDWARDS, 1996, p.40).*

Se em sua construção, o discurso se vale de ferramentas, metáforas e práticas para suportá-lo, é também ele que, ao mesmo tempo, suporta o surgimento de novas ferramentas, metáforas, práticas e atores. Para viabilizar a existência de um discurso, movimentos de negociação e ajustes de interesses e objetivos, denominados de traduções. A noção de tradução[5] procura dar conta de dos ajustes e deslocamentos mútuos, pelos quais construtores de fatos e artefatos interpretam seus próprios interesses e aqueles dos atores que querem alistar. Trata-se de buscar equivalências e coincidências, nem sempre existentes no início das negociações, de tal forma que se viabilize a constituição de associações para a construção e disseminação de um determinado fato ou artefato. São as traduções que desfazem o viés tecnicista da produção de fatos e artefatos, uma vez que, ao traduzir, amalgamam-se o técnico, o político, o cultural, o social, o econômico, superando-se assim a dicotomia contexto-conteúdo.

Com as noções de tradução e discurso em mãos, procuraremos caracterizar a seguir o discurso da *autonomia tecnológica brasileira em informática*, vinculando-o à história da COBRA e ao discurso mais abrangente de *autonomia tecnológica brasileira*. Foi este o discurso que permitiu a existência de um ciclo de vida completo – concepção, projeto, desenvolvimento de processos de produção industrial, comercialização, distribuição e manutenção – de hardware e software brasileiros.

No final dos anos 1960, a Marinha, uma das envolvidas com o discurso de autonomia brasileira em tecnologia, estava preocupada com a alta tecnologia embarcada em suas fragatas. Sem seu domínio local, o Brasil submetia sua segurança, e a própria soberania, a firmas estrangeiras. A Marinha passou então a ver com bons olhos a existência de uma indústria brasileira capaz de produzir e manter equipamentos eletrônicos digitais. Outro ator foi o BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, principal agente financiador da indústria nacional brasileira, que viabilizou o empréstimo inicial para o projeto da Marinha. Em sua visão, porém, a indústria brasileira de computadores deveria produzir computadores de uso geral, não apenas os assemelhados aos interesses da Marinha. Por essa razão, o BNDES enredou outro grupo de atores, os bancos privados, que demandavam intensamente tecnologias de informática (HELENA, 1984).

Àquela mesma época, uma elite de engenheiros brasileiros compunha os quadros das universidades, especialmente dos "jovens" cursos de pós-graduação. Formando profissionais e pesquisadores de alta qualificação, eles tinham capacitação e energia suficientes para pensar o papel das universidades no desenvolvimento tecnológico do país. Muitos desses professores, formados nas primeiras turmas do ITA – Instituto Tecnológico da Aeronáutica ou em excelentes universidades estrangeiras, sofreram com o descompasso existente entre seu alto nível de capacitação e a realidade do insipiente mercado de trabalho nacional no campo da computação. Inconformados com a mera condição de vendedores de máquinas e soluções das empresas multinacionais, acabavam se especializando em universidades do exterior, e, na volta, ingressavam nas universidades brasileiras. Para muitos deles, a luta pela informática

[5] Veja LATOUR (2000) ou CALLON (1999).

nacional em tempos de ditadura iria necessariamente de se incorporar à própria luta pela redemocratização do país. (DANTAS, 1988, pp. 20,155).

Para o governo militar, vários fatores tornavam atrativa a idéia de existir uma indústria brasileira de computadores sob controle de capital brasileiro. Além da influência das importações do setor de eletro-eletrônicos sobre o balanço de pagamentos, era percebida a importância social, estratégica e econômica, para o país, do processamento de dados e da base tecnológica que o implementava (DANTAS, 1988, p. 59).

Ivan da Costa Marques (1999) conta que no ambiente de uma "democracia relativa", conforme termo utilizado pelos próprios militares no poder, três categorias de profissionais – professores e estudantes universitários, oficiais e engenheiros militares, e administradores de empresas estatais – embalados no discurso de *autonomia tecnológica brasileira*, montavam uma rede na qual floresceria o suporte para o discurso da *autonomia tecnológica em informática no Brasil*. Tal suporte, o minicomputador brasileiro, constituiria, pela sua existência, a mais perfeita tradução para tal autonomia. A tecnologia de minicomputadores caía como uma luva para as pretensões nacionalistas desses vários atores. O discurso foi se encorpando, através de seminários, publicações, sociedades e encontros, até que pudesse materializar-se plenamente na disposição para reservar o mercado brasileiro de minicomputadores apenas àqueles que fossem fabricados no Brasil, com concepção brasileira.

A pretensão de conceber e fabricar artefatos localmente já vinha ocorrendo, conforme evidenciado pelo desenvolvimento de equipamentos, técnicas e tecnologias –suportes do discurso de autonomia tecnológica – tais como o concentrador de teclados do SERPRO (Serviço Federal de Processamento de Dados, estatal brasileira), o processador de ponto-flutuante e o terminal inteligente do NCE/UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro) (DANTAS, 1988),(MARQUES, 2009), o processador de dados estocásticos da USP (Universidade de São Paulo) e os estudos em comunicações óticas da UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas) (VAISBURD, 1999, p. 82). Provava-se assim que era possível pensar no desenvolvimento nacional de tecnologia de informática, encorpando o discurso que desaguaria em seu suporte mais célebre: o minicomputador COBRA-500.

Apesar dos interesses distintos – por exemplo, os interesses da Marinha, do BNDES, dos representantes do governo militar de um lado e atores da *"esquerda nacionalista, que não nutriam simpatia alguma pelo regime militar"* (PIRES, 2004), de outro – estes grupos heterogêneos de atores e artefatos, suas instituições, trajetórias e produções, negociaram entre si traduzindo interesses, valorizando pontos coincidentes e incentivando deslocamentos, convergindo para um discurso (sempre em permanente "auto-elaboração") que viabilizou a síntese do sonho da informática brasileira.

A partir de um determinado momento, a comunidade acadêmica percebeu elementos suficientes para pôr em prática a retórica sobre desenvolvimento tecnológico, expressa pelo próprio governo brasileiro no seu II PND – Plano Nacional de Desenvolvimento. Na cidade de Ouro Preto, em 1974, quando da realização do IV SECOMU – Seminário de Computação na Universidade, as idéias que vinham sendo discutidas nas universidades ganharam forma e unidade. Porém, chegou-se ao ano de 1976 e, embora muito tivesse sido falado, pouco havia sido feito concretamente. Preocupados com essa situação, acadêmicos e profissionais articularam um novo

encontro – o Seminário de Transferência de Tecnologia em Computação – no Rio de Janeiro. A opinião geral era a de que havia necessidade – econômica, social, cultural e estratégica – de se desenvolver uma indústria de informática com tecnologia brasileira. Nesse encontro criou-se um documento dirigido ao governo contendo a "expressão mágica" que balizaria todo o debate a partir de então: *reserva de mercado*. A política de informática brasileira ganharia sua bandeira, mais um elemento vigoroso no discurso de autonomia em informática. (DANTAS, 1988, p.54, p.66-67).

A reserva de mercado fez surgir diversas empresas, compondo uma efetiva indústria brasileira que dominou todo ciclo produtivo, desde o projeto até a comercialização e manutenção dos produtos. O Brasil tornou-se um dos poucos países com tecnologia própria de informática no início dos anos 1980, com equipes locais em nível de competência equivalente ao dos países desenvolvidos (MARQUES, 1999). A relação do discurso com a materialização de um novo quadro é indicada por Edwards (EDWARDS, 1996, p. 34) quando sugere que

> *o termo 'discurso' aponta fortemente para a dimensão sociopolítica da tecnologia, mas, ao mesmo tempo, (...) atenta para os elementos materiais que moldam o universo social e político (...). Um discurso, então, é um modo de conhecimento, um arcabouço de suposições e acordos sobre como a realidade deve ser interpretada e expressa, suportado por metáforas paradigmáticas, técnicas, tecnologias e potencialmente incorporado às instituições sociais.*

A consolidação de todas as traduções em um determinado discurso só faz robustecê-lo. Assim, foi capaz de resistir às provas que surgiam, como evidencia o exemplo oferecido por Eduardo Lessa em sua entrevista:

> *"Certa vez um cliente migrou uma aplicação Fortran de um IBM para um COBRA-500. Havia muitos cálculos envolvidos e, surpreendentemente, o resultado obtido na máquina COBRA foi um pouco diferente. Como resolver? A IBM não tinha necessidade de provar nada, mas da COBRA era esperado que se provasse tudo. Felizmente, a equipe do Fortran da COBRA executou a aplicação em um VAX que gerou, rigorosamente, os mesmos resultados do COBRA-500." (LESSA, 2004).*

Era "naturalmente" aceito que a IBM não precisava provar correção alguma, pois o discurso que a suportava permitia essa idéia sobredeterminada. À COBRA, porém, sempre era necessário garantir que seus produtos detinham alto padrão de qualidade. Foi no embalo desse discurso, desse "espírito", que o software do COBRA-500 ganhou vida. Todas as entrevistas com os seus desenvolvedores, de uma maneira ou de outra, corroboram a extensa presença do discurso de autonomia brasileira na fabricação de computadores conforme podemos inferir da coletânea de citações abaixo:

> *Era amor ao ideal, oportunidade de fazer nossa história. Era a luta para o Brasil ter sua indústria de informática. (...) Não se tratava de nacionalismo ingênuo, fizemos algo que realmente funcionava. (PIRES, 2004).*

*Fiquei na COBRA enquanto acreditei no discurso nacionalista. (...) Quando eu via o público ser atendido através de dezenas de terminais com nosso software dentro, dava um prazer enorme. (ARGOLO, 2004).*

*Víamos um envolvimento muito grande do pessoal. Éramos um grupo de pessoas em torno de um mesmo ideal naquele momento, foi muito bonito. (MILAN, 2004).*

*A gente acreditava que estava fazendo coisas importantes para o país, fazendo frente aos americanos. Lutando contra campanhas da mídia que tentavam vender a imagem do [nosso] atraso. (DELGADO, 2004).*

Finalmente, cabe destacar que a autonomia brasileira na fabricação de computadores seria celebrada pela própria COBRA em sua propaganda institucional, como evidenciado abaixo na Figura 1:

**Fig. 1.** Propaganda publicada na revista Veja (edição 778, de 3/8/1983, grifos dos autores), onde se lê: Memória com capacidade de um milhão de bytes. 64 terminais de vídeo. E, por incrível que pareça, criado e fabricado no Brasil com tecnologia 100% nacional. Assim é o Cobra 540, um computador que tanto pode liderar um grande Centro de Processamento de Dados quanto trabalhar integrado com outras máquinas de grande porte.O Cobra 540 chega para complementar a linha Cobra 500, uma família de computadores pronta para responder a desafios de todos os tamanhos. E para permitir aos empresários uma opção tecnológica adequada aos dias de hoje. Em desempenho, eficiência e custo. O Cobra 540 foi planejado aqui para resolver problemas daqui. Por isso merece ser chamado o computador do Brasil.

## 3 O processo de software enfim

Gilles Deleuze e Felix Gattari (1995) contrapõem a metáfora da árvore - de cuja raiz pivô derivam possibilidades que podem ser atingidas no espaço tranqüilo de ordens preexistentes e sobredeterminantes - à do rizoma. Ao negar capacidade explicativa às estruturas em árvore, contestam assim a idéia de chaves explicativas que pressupõem um ponto bem definido – a raiz – a partir do qual uma ordem, qualquer que seja, se impõe e a partir do qual pode ser explicada. A metáfora do rizoma ajuda a compreender a existência de um processo de software na COBRA, ainda que sob uma ótica não habitual.

O rizoma é composto por uma *multiplicidade*, ao mesmo tempo que é uma *multiplicidade*: algo em que não se pode identificar unidades básicas constituintes. Semelhante ao fractal, ao ser perscrutada, a multiplicidade revela outras multiplicidades, nunca se atingindo uma essencialidade. Multiplicidade alguma pode ser atada à uma vontade ou ordem una, sobredeterminante, funcionalmente estruturada, sendo exatamente o que nos resta quanto abolimos a ordem una. Suas dimensões são estendidas através de agenciamentos, e a cada nova conexão, o rizoma muda sua própria natureza. O processo de software da COBRA não existiu *a priori*, não originou-se de uma "essência". Ele existiu na rede, nas associações, no rizoma. Explorar a natureza desse processo é explorar sua multiplicidade, engendrada em meio a diversas outras experiências. Essa diversidade é apontada por Paulo Heitor Argolo em sua entrevista:

> *A COBRA foi resultante de várias culturas. Veio gente do SERPRO que trabalhava com mainframe e estava acostumada com a metodologia IBM, além daqueles que desenvolveram toda a parafernália do concentrador de teclados, usando cultura HP. Tinha o pessoal da Standard Elétrica que desenvolvia sistemas de telefonia com a mesma metodologia da AT&T. Tinha gente da PUC-RJ [Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro], que antes estava fazendo o sistema operacional do G10*[6]*. A linguagem de programação LPS, utilizada no desenvolvimento de mais da metade do software da COBRA, foi derivada do compilador criado pelo [Eduardo] Lessa em seu trabalho de mestrado no NCE [UFRJ]. Além do pessoal que trabalhou na Sycor e do pessoal capacitado na Inglaterra para trabalhar com as máquinas Ferranti. Essa turma toda junta criou um rico 'caldo' ali. (ARGOLO, 2004).*

A multiplicidade permite dizer que essas experiências, originadas em passagens anteriores por outras empresas ou em projetos de absorção de tecnologia realizados já na COBRA, não permite traçar uma gênese clara do processo de software. Foi em

[6] O G-10, computador desenvolvido para a Marinha pela USP (responsável pelo hardware) conjuntamente com a PUC/RJ (responsável pelo software), foi o primeiro protótipo industrial de computador desenvolvido no Brasil.

meio a essa heterogeneidade que se deu o desenvolvimento de software na COBRA, conforme evidencia a entrevista de Eugênio Pires:

> *Cada equipe era uma 'personalidade', conscientemente existia a sensação que cada grupo era uma microempresa verticalizada de desenvolvimento de software, com vasta possibilidade de comunicação entre si. [Lembra o próprio minicomputador] COBRA 500 [que] se comunicava 'com toda e qualquer coisa'. (PIRES, 2004).*

Essas "microempresas" constituíam a multiplicidade que ocupava todas as dimensões do processo de desenvolvimento de software da COBRA, exercitando a autonomia, a liberdade, a criação, o cumprimento dos prazos, a qualidade. Entende-se claramente, através dessa entrevista, o que Deleuze e Guattari (1995, p.16) indicam como sendo a multiplicidade:

> *uma multiplicidade não tem nem sujeito nem objeto, mas somente determinações, magnitudes, dimensões que não podem crescer em número sem que a multiplicidade mude de natureza (as leis de combinação crescem então em número com a multiplicidade) [...] Não existem pontos ou posições num rizoma tais como são encontrados numa estrutura, numa árvore, numa raiz. Existem somente linhas.*

Sem a preexistência de rígidos canais formais de comando e comunicação, essas "microempresas" se definiam em suas relações, mas apesar de sua independência e da não existência de uma instância centralizadora rígida, as operações locais evoluíam paralelamente, autocoordenando-se em uma resultante final sincronizada e bem sucedida.

> *A COBRA era um projeto, não tinha muito parâmetro, era romântica. Cada equipe tinha a sua cultura. A administração era, num sentido estrito, não profissional, pois, afinal, quem sabia à época o que era uma cadeia produtiva de informática? Existia a 'coisa nacionalista' que sustentava a COBRA, junção da esquerda com o regime militar, mais o poder comprador e regulador do governo. (...) O pessoal trabalhava em equipe, éramos todos amigos pessoais. Com equipes muito menores que as das multinacionais, conseguíamos fazer muita coisa. (ARGOLO, 2004).*

Outro princípio do rizoma é o da conexão (DELEUZE; GUATTARI, 1995, p.15). Qualquer ponto, qualquer elemento de um rizoma pode, e deve, estar conectado com qualquer outro, abolindo a existência de um centro irradiador, propondo-se em seu lugar um sistema *a-centrado*, muito diferente da figura da árvore ou raiz onde existe um ponto fixo, um ponto de origem, um ponto central de onde se pode identificar a genealogia de uma determinada ordem. Parece apropriado interpretar a experiência relatada pelos desenvolvedores como a de um sistema *a-centrado*. As entrevistas sugerem a inexistência de um organograma (árvore) rígido de comando pautando a atuação das equipes. Na verdade, por mais reconfortante que fosse assumir o contrário, o funcionamento da produção de software na COBRA não admitia uma ordem pré-determinada. Na palavra de um dos entrevistados, "*todos estavam fazendo aquilo tudo pela primeira vez.*" (PIRES, 2004) Vejamos como veio a lume o compilador COBOL (ANSI-74) do COBRA-500:

> *Era um compilador sendo feito por uma equipe que utilizava uma linguagem – C – inacabada, em desenvolvimento por outra equipe; que utilizava um linkeditor, também não terminado e feito por ainda outra equipe. Não bastasse, tudo rodava sobre um sistema operacional também em construção por outra equipe. Inacreditavelmente, o hardware também não estava pronto... também estava sendo construído... por outra equipe. (BARBABELA, 2004).*

Insistentemente buscamos um processo padronizado e definido que explicasse o nível de qualidade atingido no software do COBRA-500. Não o encontramos, porém a inexistência de um "manual" não equivale, de forma simplória, a inexistência de um processo. Significa apenas que não se constituiu um processo unificador que sobredeterminasse as atividades de um desenvolvedor antes mesmo de sua designação para realizá-las, o que, em termos de certas "boas práticas" atuais em Engenharia de Software, poderia ser questionável.

Para se aproximar da qualidade do software produzido na COBRA é necessário abolirmos a visão do modelo "universal", do processo uno, da existência de uma raiz, da possibilidade de alcançar uma totalidade explicativa. Na verdade, sequer é possível alcançar a "genealogia" dessa qualidade, que repousa em elementos diversos e suas inter-relações não causais. Pertencem ao conjunto desses elementos (sem todavia esgotá-lo), articulados pelo discurso da informática nacional, conforme apontado pelos próprios entrevistados:

– o forte espírito de corpo das equipes – *"o espírito da equipe era o de um grupo de guerrilha bastante auto-suficiente e altamente motivado."* (LESSA, 2004);

– práticas da engenharia de software – *"desenvolvimento evolutivo; utilização exaustiva de casos-de-teste, como o CCVS – Cobol Compiler Validation System –, no caso do Cobol ANSI-74; utilização de especificação detalhada."* (OLIVEIRA, 2004);

– a negação de práticas da engenharia de software – *"[O desenvolvimento do software do protótipo do concentrador de teclados, feito ainda no SERPRO mas, como vimos, presente no discurso que deu vida à COBRA,] foi totalmente experimental."* (BARBABELA, 2004);

– o espírito de contestação, a rebeldia – *"íamos de sandália e de calça rasgada, éramos todos 'cuca-fresca' na época do 'paz e amor', mas trabalhávamos muito, tinha muita gente séria e competente."* (DELGADO, 2004);

– a coragem – *"Ninguém tinha experiência prévia naquelas coisas... era pura coragem e entusiasmo!"* (LESSA, 2004);

– a motivação – *"Os técnicos brasileiros estavam empolgados com a perspectiva de mostrar que podiam fazer o trabalho, gerar produtos, fazer viver todo o ciclo, da bancada até a comercialização."* (HELENA, 1984, pp.35-36);

– a disciplina – *"Através de um 'pseudo-PERT' sabíamos quem poderia ir tomar chope e quem teria que fazer hora-extra (não remunerada) para cumprirmos os prazos."* (PIRES, 2004);

– a qualificação das equipes – *"A COBRA tem uma massa crítica: muita gente boa junta há muito tempo"* (HELENA, 1984, P.35); *"Formamos 300 pessoas de altíssimo nível."* (ARGOLO, 2004).

Visto como um rizoma, o processo da COBRA foi um processo de forte interação e complexidade, nem sobredeterminante nem sobredeterminado, nem unificado nem unificável, não nos permitindo traçar limites claros. Onde começava? Onde terminava? Quais características técnicas encorpava? Quais questões sociais respeitava? No processo, segundo um dos entrevistados, estava refletido *"nosso espírito [de brasileiro] que é isso aí, misturamos tudo: sushi com farofa, estrogonofe com arroz e feijão."* (PIRES, 2004).

Descrever o processo de software da COBRA passa muito mais por descrever todas as experiências em paralelo das micro-empresas que se interligavam sem uma ordem estabelecida a priori, do que tentar partir de uma definição "essencialista", baseada em algum modelo "universal" seminal que, em linhas sucessivas de derivação, resultasse na determinação daquele processo. Para ilustrá-lo, segue um exemplo parcial e incompleto de uma dessas experiências, narrado com a contaminação de nosso olhar de admiração.

### 3.1 Conhecimento situado – espiando uma das "microempresas"

Vejamos a equipe que desenvolveu o compilador COBOL (ANSI-74) do minicomputador COBRA-500. No comando estava Eugênio Vilar, mestre pelo *Institute of Computer Science, University of London*, onde estudou analisadores sintáticos (entre 1972 e 1973). Entusiasta da idéia de desenvolver software básico no Brasil, Eugênio ingressou na Burroughs quando voltou do mestrado, e deixou clara sua aspiração. Sendo impossível desenvolver software básico na filial brasileira, foi convidado para ir trabalhar nos Estados Unidos. Recusou o convide, pois não bastava-lhe desenvolver software básico, mas sim desenvolvê-lo no Brasil. Essa situação contribuiu para que viesse a abraçar seu ideal sem vinculação com empresa alguma, durante o ano de 1979, quando todos os dias aprontava-se e "ia para o trabalho" num dos quartos de seu próprio apartamento na cidade do Rio de Janeiro. Numa manhã no final de 1979, um telefonema de Eduardo Lessa, então gerente de desenvolvimento de software da COBRA, tornou possível o sonho de desenvolver software básico no Brasil e Eugênio retornou à COBRA (já trabalhara lá no projeto inicial da Marinha).

*"O Eugênio chegou com uma especificação detalhada do compilador COBOL, nossa 'bíblia' "* (BARBABELA, 2004), debaixo do braço e compôs a equipe inicialmente com oito pessoas.

> *O livro do Brooks [mostrando o livro: The Mythical Man-Month (BROOKS, 1975)] me influenciou muito. Eu concordava também que, sempre que possível, deveria ser utilizada a pessoa com o melhor perfil para uma determinada tarefa, está aqui, ó* (PIRES, 2004): *"organizações [de equipes de projetos de software] devem ser desenvolvidas em torno das pessoas disponíveis; não o contrário, enquadrar as pessoas em organizações puramente teóricas"* (BROOKS, 1975, p.80).

*"Em dois meses a equipe viu que eu não era 'militar'. Passei a coordenação para a Ana Veiga, que tinha o melhor perfil para isto. Inspirado no esquema do chief programmer team de um camarada da IBM* [(BAKER, 1972)], *virei o programador chefe"* (PIRES, 2004) orientando a evolução dos trabalhos de todos. O papel de

bibliotecária (ou de secretária) de programação ficou com Maria Dolores Giovanetti. Dolores mantinha em perfeita ordem tudo que era produzido. Quando solicitada, tinha prontamente qualquer versão de fonte ou documento.

Propomos um avanço no tempo, de 25 anos aproximadamente, para inferir o quanto as pessoas estavam engajadas nessa experiência. A revista de circulação interna na COBRA, *Espaço Livre*, em sua edição de abril de 2004 (ano 01, número 09), traz Dolores, ainda na empresa, mantendo vivo o espírito daquela equipe pioneira, numa matéria em que se lê:

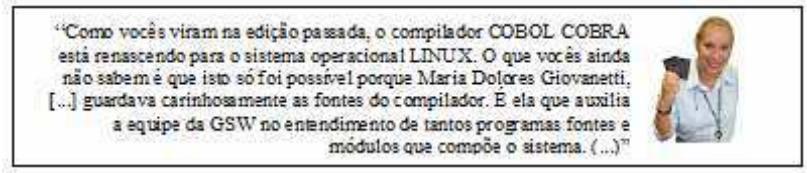



**Fig. 2.** Recorte da revista Espaço Livre.

Voltando ao desenvolvimento do COBOL aderente ao padrão ANSI-74, e, portanto desde seu nascimento sobredeterminado por essa ordem preexistente, vemos a equipe criando "linhas de fuga" (DELEUZE; GUATTARI, 1995, p.17) que pervertiam, negavam, expandiam essa ordem em possibilidades não predeterminadas. Por exemplo, o `"perform depending on <var>"` que não estava presente no ANSI-74. Além disso, as mensagens do compilador COBOL do COBRA-500 expressavam com todo viço a especificidade dessa experiência brasileira. Vários programadores brasileiros foram brindados com um exemplo de auto-afirmação da capacidade nacional quando, ao compilarem seus programas nos mini COBRA-500, se surpreendiam com mensagens de advertência do seguinte calibre: (i) `ID DIVISION: esperado IDENTIFICATION DIVISION – Programa não é telegrama;` ou (ii) `ESTOURO DE PILHA: Perform Desembestado`. *"Teve gente que reclamou, mas a maioria gostava"* (BARBABELA, 2004)..

A equipe logrou construir um COBOL bem sucedido (VAISBURD, 1999, p. 2), haja visto servir de base, 25 anos depois, para outro reescrito em ambiente LINUX. Práticas da engenharia de software *stricto sensu* colaboraram com isso? Certamente. Porém, é importante não atribuir o sucesso apenas a práticas mais específicas, a modelos "universais", pois é forçoso admitir sua encarnação no complexo espaço de atuação e relações da equipe.

## 4 Conclusão

O processo de software da COBRA existiu, mas não nos permite identificar sua essência. Existiu na multiplicidade da sua experiência. Não existiu como inicialmente esperávamos: em um processo de desenvolvimento de software baseado em alguma metodologia usual da época, algum modelo "universal", registrado em um manual de procedimentos padrões.

Hoje em dia, são comuns normas, modelos e padrões "universais" para qualidade de software, sendo bastante popular o CMMI – *Capability Maturity Model Integration*. De acordo com o CMMI o processo de software da COBRA seria considerado nível 1, *ad hoc*. Sendo mais claro: para este modelo a COBRA não teria tido um processo de software sequer gerenciado ou definido, divergindo do nosso enquadramento. O que se quer aqui destacar é a possibilidade de estabelecer métodos locais, em oposição a métodos "universais" A sugestão é que não se restrinja o olhar a uma mera inadequação do processo de software para explicar o sucesso ou o fracasso deste ou daquele software. Análogo à partitura que não pode ser tomada pela própria sinfonia, posto serem necessários instrumentos, músicos, maestro e sua execução para que, de fato, possa vir a ganhar existência.

## Referências

AGUIRRE, Jorge, CARNOTA, Raúl (orgs), 2009, Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe: Investigaciones y testimonios. Rio Cuarto, Universidad Nacional de Rio Cuarto.

BAKER, F.T., 1972, "Chief programming team management of production programming". In: IBM Systems Journal, v.11, n.01, pp.56-73.

BROOKS, F.P., 1975, The Mythical Man-Month: essays on software engineering. Addison Wesley.

CALLON, M., 1999, "Some Elements of a Sociology of Translation: domestication of the scallops and the fishermen of St. Brieuc bay". In: BIAGIOLI, M., The science studies reader, New York, Routledge, pp.67-83.

DANTAS, V., 1988, Guerrilha Tecnológica: a verdadeira história da política nacional de informática. Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos Ed.

DELEUZE, G., GUATTARI, F., 1995, Mil Platôs: Capitalismo e Esquizofrenia. Vol. 01, Editora 34.

EDWARDS, P.N., 1996, The Closed World: computers and the politics of discourse in Cold War America. Massachussetts, MIT Press.

HELENA, S., 1984, Rastro de Cobra.

MARQUES, I., 1999, "Minicomputadores brasileiros nos anos 1970: uma reserva de mercado instrumental-democrata em meio ao autoritarismo-tecnocrático da ditadura". In: Revista Brasileira de História, São Paulo, v.19, n.38, pp.125-138.

_____, 2009, "Testemunho e pesquisa: concepção e uso em produção dos protótipos do Núcleo de Computação Eletrônica/UFRJ na década de 1970. In: AGUIRRE, Jorge, CARNOTA, Raúl (orgs), 2009, Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe: Investigaciones y testimonios. Rio Cuarto, Universidad Nacional de Rio Cuarto, pp. 167-182.

LATOUR, B., 2000, Ciência em Ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo, Editora UNESP.

VAISBURD, S., 1999, ‘Yes, o Brasil tem Cobra’ – uma narrativa não linear da tecnociência em um computador brasileiro. Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

## Entrevistas

ARGOLO, Paulo H. S. Processo de Desenvolvimento de Software da COBRA. Rio de Janeiro, 12/08/2004. Entrevista concedida a Cássio A. N. Teixeira e Maria Fernanda Fernandes.

BARBABELA, Luís G. Processo de Desenvolvimento de Software da COBRA. Rio de Janeiro, 12/08/2004. Entrevista concedida a Cássio A. N. Teixeira e Maria Fernanda Fernandes.

DELGADO, Wilson P. Processo de Desenvolvimento de Software da COBRA. Rio de Janeiro, 12/08/2004. Entrevista concedida a Cássio A. N. Teixeira e Maria Fernanda Fernandes.

LESSA, Eduardo. Processo de Desenvolvimento de Software da COBRA. Rio de Janeiro, 14/08/2004. Entrevista concedida a Cássio A. N. Teixeira e Maria Fernanda Fernandes.

MILAN, Marília R. Luís. Processo de Desenvolvimento de Software da COBRA. Rio de Janeiro, 10/08/2004. Entrevista concedida a Cássio A. N. Teixeira e Maria Fernanda Fernandes.

OLIVEIRA, José R. D. Processo de Desenvolvimento de Software da COBRA. Rio de Janeiro, 12/08/2004. Entrevista concedida a Cássio A. N. Teixeira e Maria Fernanda Fernandes.

PIRES, Eugênio V. Processo de Desenvolvimento de Software da COBRA. Rio de Janeiro, 16/08/2004. Entrevista concedida a Cássio A. N. Teixeira.

# Fulgor y Ocaso de CEUNS. Una apuesta a la tecnología nacional en el Sur de Argentina

Raúl Carnota[§] y Ricardo Rodríguez[¥]
[§]Proyecto SAMCA (Salvando la Memoria de la Computación Argentina )[1];
carnotaraul@gmail.com; [¥] Depto. Computación (FCEyN-UBA); ricardo@dc.uba.ar

**Resumen.** Entre 1961 y 1965 un grupo de investigadores de la Universidad Nacional del Sur (UNS), situada en la ciudad de Bahía Blanca, Argentina asumió el desafío de diseñar y construir una computadora. El proyecto, que comenzó en un contexto favorable, tuvo que ser abandonado a causa de las penurias materiales. Mientras el grupo sureño luchaba contra las dificultades, la tecnología de construcción de computadoras sufrió importantes cambios. Otros proyectos similares, que llegaron a buen término y que fueron realizados en países no centrales, como Israel y Australia, incluyeron aspectos de esos cambios en sus diseños. A diferencia de estos últimos, el proyecto del Sur es ignorado en la actualidad por las "historias oficiales" de las propias unidades académicas de la UNS. El presente trabajo analiza los contextos políticos y tecnológicos iniciales, realiza por primera vez una presentación completa del nacimiento, evolución y final del proyecto e intenta explicar su final y posterior olvido a partir de los cambios producidos en las condiciones iniciales.

**Abstract.** Between 1961 and 1965 a group of investigators of the National Universityof the South (UNS), in the city of Bahía Blanca, Argentina, assumed the challenge of designing and building a computer. The Project that began in a favorable context had to be abandoned because of the material penuries. While the southern group fought against the difficulties, the technology of construction of computers suffered important changes. Other similar projects that arrived to good terms and that they were carried out in non central countries, as Israel and Australia, included aspects of those changes in their designs. Contrarily to the last ones, the project of the South is ignored at the present time by the "official histories" of the academic units of the UNS. The present work analyzes the initial political and technological contexts, carrying out a complete presentation of the birth, evolution and final of the project and trying to explain its end and posterior forgetfulness, beginning with the changes taken place in the initial conditions.

## 1 Introducción

Durante la década de 1950 e inicios de la siguiente, numerosos centros académicos de varios países se plantearon proyectos de construcción de computadoras. En la Argentina, hacia el final de ese período, surgieron dos de ellos, en el marco del proceso de renovación universitaria del período postperonista [4]. El primero fue la Computadora Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (CEFIBA), cuyo objetivo prioritario era la formación de un grupo de ingenieros

[1] Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la SECyT de la Universidad Nacional de Río Cuarto y el MinCyT del gobierno de Córdoba (Argentina).

capaces de dominar la nueva tecnología [7]. El segundo se desarrolló en la Universidad Nacional del Sur (UNS), situada en la ciudad de Bahía Blanca (BB), y se proponía construir una computadora realmente operativa para la Universidad que pudiera luego ser transferida a la industria nacional.

El proyecto CEUNS[2] fue ideado por el Ing. Jorge Santos durante su estadía de un año en la Universidad de Manchester, donde colaboró en el diseño del modelo Atlas, primer equipo de transistores que produjo la empresa Ferranti. La pretensión de construir un computador en la remota BB se sostenía, tanto en las convicciones de Santos, compartidas con el grupo innovador de la UBA al que estaba ligado, en torno a la necesidad de promover la independencia tecnológica y, a través de la misma, el desarrollo económico y social del país, como en una serie de condiciones favorables técnicas, académicas y políticas.

Santos se apoyó en un trabajo presentado en 1959 por el investigador israelí M. Lehman [12], que fundamentaba la posibilidad técnica y económica de construir una computadora "de bajo costo". Por otra parte en el ambiente universitario y científico del país se vivía un clima muy especial. Se había constituido en 1958 el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CNCyT) y existían significativos fondos gubernamentales para las actividades de C&T.([4],[8], [17]) La UNS, fundada en 1956, ya albergaba, además del Laboratorio de Computación dirigido por Santos, otros núcleos importantes de investigación en diversas áreas como Edafología, Biología Marina y una escuela de Matemática, liderada por la prestigiosa figura de Antonio Monteiro, quien brindó al proyecto soporte político e intelectual.

A su regreso a BB, en octubre de 1960, Santos logró, por intermedio del Rector de la UNS, que la Legislatura de la Provincia. de Buenos Aires (PBA) votara un subsidio destinado a la construcción de la computadora.

El proyecto CEUNS comenzó en 1961 con estos auspicios favorables.

Cuatro años más tarde, mientras la computadora proyectada por Lehman, ya estaba operativa, la construcción de la CEUNS, pese al esfuerzo y constancia de Santos y su equipo, tuvo que ser abandonada.

¿Cómo explicar este fracaso de un proyecto iniciado en unas condiciones tan positivas?

La causa directa fue la aguda falta de recursos humanos y materiales debida, fundamentalmente, a un cambio de las condiciones políticas, lo que convirtió al proyecto en patrimonio casi exclusivo de un pequeño grupo de desarrollo. Por otra parte entre su formulación y su abandono se había producido un cambio de foco en el diseño de las computadoras, con la incorporación de componentes de "software".

Luego del abandono del proyecto cuando, finalmente, en la década de 1980, se constituyó formalmente un campo profesional y científico en computación dentro de la UNS, la experiencia de CEUNS fue ignorada como antecedente en las "historias oficiales" de las unidades académicas de la UNS.

El presente trabajo, apoyado en el análisis de archivos personales e institucionales, y en los testimonios orales y escritos de numerosos protagonistas, se propone lograr una mejor comprensión del episodio CEUNS, al presentarlo en forma integrada con la historia argentina y con la evolución de la ciencia y la tecnología de las

[2] Computadora Electrónica de la Universidad Nacional del Sur. Antes del presente trabajo, el proyecto sólo apareció tratado con algún detalle en [3].

computadoras. También busca señalar cómo una mirada "presentista" de las historias institucionales tiende a desconocer aquellos episodios que escapan al punto de vista actual. Finalmente es interesante notar que el proyecto fue un intento de desarrollar tecnologías "adecuadas" al contexto local, una cuestión que posteriormente y hasta hoy ha sido objeto de múltiples iniciativas y debates.

La sección 2 resume las condiciones de contexto iniciales y la sección 3 se dedica al desarrollo de CEUNS: su entusiasta formulación, sus primeros resultados y su abandono final. En última sección se discute el cambio de las circunstancias políticas y tecnológicas iniciales y se reflexiona sobre la memoria histórica.

## 2. Los contextos de surgimiento de CEUNS.

### 2.1 Computadoras de "bajo costo": Comprar o Construir?

Los diversos intentos de a finales de la década de 1950 de construir computadoras de "bajo costo" estuvieron técnicamente habilitados por tres novedades: la aparición de los transistores y con ellos los circuitos de estado sólido que necesitaban y disipaban muchísima menos energía; la construcción de memorias en redes de núcleos magnéticos en lugar de tambores giratorios para el almacenamiento primario; y, originalmente menos importante pero de fuerte impacto con el correr de los años, la conceptualización de la multiprogramación. Los primeros intentos de la industria, como los de Digital Equipment Corporation (DEC) aun no cubrían ese nicho. La PDP-1 se comercializaba en 1959 a unos ciento veinte mil dólares.

Una justificación conceptual y económica para ese tipo de proyectos la dió M.M. Lehman en 1959 [12].[3] Lehman revistaba en el Ministerio de Defensa de Israel y había trabajado anteriormente para Ferranti. Su análisis sostenía que el 10% del precio de un equipo en venta en el mercado correspondía a componentes y otro 15% a mano de obra. El 75% restante estaba compuesto por gastos de publicidad y ventas, sobrecostos varios y ganancias empresarias. Allí especificaba el diseño de una computadora cuyo costo en componentes y materiales no debía exceder los doce mil dólares, a ser construida en dieciocho meses por un equipo *full time* compuesto por 6 matemáticos e ingenieros con calificación académica y 4 técnicos electrónicos que dispusieran de un laboratorio instalado y de los servicios de infraestructura "habituales" en los centros académicos. Para Lehman la construcción (en lugar de la compra) de una computadora sería de particular relevancia "*para organizaciones ubicadas en áreas de monedas débiles o subdesarrolladas, ya que parece que el gasto de divisas fuertes que implica comprar una máquina puede frecuentemente reducirse en un noventa por ciento si la máquina es construida localmente*"[12]. También mencionaba la posible creación de una industria local a partir de la transferencia del desarrollo, una vez que fuera demostrado el éxito del proyecto inicial. Este fue un

[3] Se presentó en la Conferencia sobre Procesamiento de Información, convocada por UNESCO que dió lugar a la constitución de IFIP y albergó un "Symposium on the Logical Organization of Very Small Computers" http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001267/126713EB.pdf).

punto clave en el planteo de CEUNS.[4] La especificación de Lehman estaba orientada a la constitución lógica y física de las memorias. Programación era un término que denotaba exclusivamente a las aplicaciones o a los lenguajes para construirlas. Esta concepción era la misma que adoptaría Santos en la formulación de su proyecto.

### 2.2 La introducción de la computación en Argentina.

En el año1960 Argentina festejaba los ciento cincuenta años de la Revolución que dio inicio a su independencia de España. Ese año fue clave en la introducción de la computación en el país. Durante la exposición del aniversario, IBM presentó un modelo 305 que contestaba preguntas del público. Poco después instaló una 650 con sistema de discos Ramac en su Data Center y colocó otra en la empresa Transportes de Buenos Aires. En noviembre llegó a Buenos Aires la Ferranti Mercury (FM) para el nuevo Instituto de Cálculo (IC) creado en la Facultad de Ciencias Exactas (FCEyN) de la UBA. Durante ese mismo año Ferrocarriles Argentinos había recibido dos equipos UNIVAC SS-90 de la nueva tecnología de estado sólido y se fundaron sociedades profesionales como la Sociedad Argentina de Cálculo (SAC) y la Sociedad Argentina de Investigación Operativa (SADIO). El año siguiente se puso en marcha la FM y los equipos Univac, se realizó el primer Congreso de la especialidad y se instalaron en algunas otras empresas equipos IBM [3].

### 2.3 La renovación universitaria y la Universidad Nacional del Sur

La UNS se fundó en enero de 1956, a pocos meses del derrocamiento del gobierno del Gral. Perón, sobre la base del Instituto Tecnológico del Sur (ITS), que tenía una débil tradición docente y una nula de investigación ([6];[9]). El Rector organizador fue el filósofo Vicente Fatone, un referente de la renovación universitaria.[5] Acompañaron a Fatone figuras destacadas de ese movimiento, como el Dr. Rolando García futuro decano de Ciencias Exactas de la UBA y el economista crítico Enrique Silberstein. Fatone y sus asesores procuraron plasmar en la UNS dos cuestiones: el estímulo a la investigación, a través de la dedicación exclusiva y la renovación universitaria a través de la organización departamental de la docencia, complementada por la creación de Institutos de Investigación, aspectos en los que fue pionera en el país.[6]

---

[4] Ernesto García Camarero nos señala que en la época la opción comprar o construir no pasaba por el costo, dado el alto precio de las computadoras "industriales". Comprar producía "rendimiento" inmediato a costa de iniciar una dependencia tecnológica en un área aun incipiente, a la cual "cabía la esperanza de incorporarse desde sus comienzos". Comunicación personal. Junio de 2010. En 1960 de la UNAM surgió la propuesta de un proyecto latinoamericano de desarrollo de una computadora de costo menor a 20 mil usd.

[5] Fatone había integrado la terna de candidatos a rector de la UBA que la federación estudiantil porteña (FUBA) le presentó al gobierno surgido del golpe de estado antiperonista Ver [4].

[6] "*El proceso de modernización académica de la Universidad postperonista, cuyo paradigma fue la FCEyN-UBA, tuvo dos nudos conectados pero diferenciados: a) la cuestión del desarrollo científico-tecnológico, relacionada en términos histórico-ideológicos, con la perspectiva y la problemática -tanto local como latinoamericana- del desarrollo…y .b) la*

Las condiciones para promover el proyecto universitario renovador en BB eran inicialmente favorables. La UNS era un antiguo anhelo de la población bahiense desde más de 30 años atrás. Existía una estructura previa, el ITS, pero su accidentada trayectoria no había permitido la constitución de sólidos núcleos de poder interno que, como ocurrió en la UBA, opusieran una resistencia importante a las nuevas propuestas.([9]; [17]). La principal fuerza interna organizada era la Federación Universitaria del Sur (FUS), de orientación reformista.7 Por otra parte se vivía un momento de promoción de las actividades de ciencia y tecnología en el país, en el marco del proyecto "desarrollista". 8 La UNS contó, en sus primeros tiempos, con recursos suficientes como para lograr la instalación de profesores con dedicación exclusiva en BB con el fin de constituir núcleos de investigación, algo poco habitual en la vida universitaria argentina hasta ese momento.

### 2.4 La formación del Seminario y Laboratorio de Computación.

Jorge Santos se había graduado en la FIUBA, donde había sido ayudante de cátedra hasta que, en 1953, su contrato no fue renovado, al igual que el de otros docentes, entre ellos Manuel Sadosky, por no estar afiliados al partido gobernante.[9] Las solidaridades creadas entre los docentes desplazados dieron lugar a que, cuando Fatone se hizo cargo de la UNS, invitara a Santos a integrarse a la misma. [10] Esto implicaba mudarse a BB con un contrato de dedicación exclusiva y con una remuneración acorde, dos novedades para el estándar universitario de la época.

Santos conocía el nuevo fenómeno de la computación a través de la influencia intelectual de Manuel Sadosky [1]. Lo que sabía de las computadoras provenía "*…de hablar con Sadosky, que decía 'tenemos que hacer una máquina, en lugar de diez mil*

---

*cuestión de la educación superior y su transformación, vinculada con la ancha corriente del pensamiento y movimiento reformista…*" [8]

7 "*No queremos una Universidad mas, sino una Universidad nueva*" era el lema de la FUS que presidía la Comisión Popular Pro Universidad del Sur. Ver [9].

8 El proyecto universitario renovador coincidió, en esos primeros años, con algunas facetas sustanciales de la política gubernamental que reconocía en la promoción de la ciencia un instrumento fundamental para asegurar el "desarrollo" económico, en el contexto de las teorías promovidas por la CEPAL. Los recursos económicos dispuestos a apoyar la tarea científica en la Universidad se incrementaron significativamente en un marco internacional de aumento general de dichos fondos [4].

9 "*En 1953 fue reformada la Ley Universitaria de 1947, adjudicándose el Estado la potestad de regular la administración interna de las casas de estudio y las pautas de los cursos. Este cambio…impulsó un nuevo y lento proceso de expulsión de alumnos y docentes que rechazaron los requerimientos de adhesión explícita al gobierno*". [4] Págs. 164 y 165.

10 "*En el año ´53... terminaron de echar a los últimos no afiliados peronistas que quedaban… Y en ese momento Fatone agarró la dirección de la traducción de la enciclopedia francesa Quillet de treinta tomos. Sadosky era la cabeza del grupo que traducía todas las voces que decían "tecnología",... Y Sadosky las distribuía, tenía una tercera línea. Y yo me contacté con Sadosky y me dice 'Mire, quiere hacer traducciones?' 'Sí, fenómeno'. Yo jamás lo había visto a Fatone, a Sadosky sí. Y cuando se creó la Universidad del Sur y nombraron rector organizador a Fatone, éste empezó a averiguar por sus lugartenientes de la Quillet, qué tipos tenían,..*" Testimonio del Ing. Santos, Entrevista de los autores, Bahía Blanca. Junio de 2009.

*válvulas va a tener dos mil válvulas, pero hay que hacerla'. Todo lo que yo sabía era a través de los artículos de Sadosky, que salían en las revistas de la época*".[11] A poco de instalarse en Bahía, Santos propuso a un grupo de estudiantes y graduados jóvenes de ingeniería la constitución de un "Seminario de Lógica y Diseño de Computadoras" que, en 1957, ya estaba en pleno funcionamiento. A la vez conformó el Laboratorio de Computadoras para realizar actividades de ingeniería. Esta iniciativa ocurrió al mismo tiempo que las primeras actividades encaradas en Buenos Aires.[12]

Fue en la UBA y en la UNS, escenarios destacados de la renovación universitaria, donde se promovieron los primeros desarrollos de la computación en la Argentina

Para 1958 en el Laboratorio de Computación se construyó una Unidad Aritmética sencilla [19]. Santos y uno de sus colaboradores, Héctor Arango, también realizaron un primer trabajo teórico [20] y asistieron al curso de Algebra de la Lógica dictado por Monteiro, lo que influyó significativamente en una línea de trabajos teóricos paralela al desarrollo de CEUNS y que, a diferencia de éste, sobrevivió en la memoria histórica. [13]

El empuje del grupo de computación fue fundamental para solicitar la creación del Departamento de Electrotecnia (DE) de la UNS como unidad académica separada de Ingeniería.[14] Por otra parte, funcionarios de la UNESCO, que visitaron BB en 1957 y 1958 discutieron con las autoridades la posibilidad de constituir un "Centro Regional de Lógica-Matemática y Computación" en la ciudad, [15] y declararon haber obtenido una "impresión muy favorable" respecto del "grupo de investigadores y estudiosos de lógica, matemática y de computadores matemáticos que encabezan respectivamente el profesor Monteiro y el ingeniero Santos".[16]

## 3. El proyecto CEUNS.

### 3.1 La experiencia de Manchester y la formulación de CEUNS

Una de las primeras actividades del flamante CNICyT, presidido por Dr. Bernardo Houssay, fue otorgar becas cortas de perfeccionamiento en el exterior a las nuevas camadas de investigadores de las Universidades. Santos fue seleccionado y salió del país en agosto de 1959. Su tema de estudio fue "Diseño lógico en computadoras digitales". [17] El lugar de trabajo era la Universidad de Manchester, que trabajaba en

[11] Testimonio del Ing. Santos. Entrevista de los autores. Bahía Blanca junio del 2009.

[12] En Buenos Aires, en 1957, se realizó un ciclo de Conferencias Públicas para difundir la computación y se constituyeron Seminarios en Ingeniería y en Ciencias Exactas de la UBA. [3]

[13] En la UNS Monteiro había comenzado a promover estudios teóricos en temas ligados a la computación. También logró que la UNS se suscriba a revistas como Communicatios of the ACM y The Journal of Computers. Agradecemos a Lic Leticia Giretti de la Biblioteca Monteiro de la UNS. Sobre Monteiro ver www.antonioanicetomonteiro.blogspot.com

[14] Hay una nota firmada por profesores y alumnos en Exp. 2598- Ejercicio 1957/58 de la UNS.

[15] La referencia aparece en el Acta 111 del Consejo Superior de la UNS, que refleja la reunión del 10 de marzo de 1958, en la que también participaron Monteiro y Santos.

[16] La Nueva Provincia (diario de Bahía Blanca) del 18/4/58, reflejando la visita de James Swarbrick, subdirector del Centro de Cooperación Científica de UNESCO en Montevideo.

[17] "Logical Design of Digital Computers" de M.Phister, había sido publicado recién en 1958.

alianza con la empresa Ferranti y de donde había surgido el equipo Mercury adquirido por el IC de la UBA. La estadía de Santos en Manchester coincidió con el diseño del Atlas, sucesor de la Mercury, proyecto dirigido, al igual que el anterior, por Tom Kilburn. Gran Bretaña era líder en el diseño de computadoras[18] y Santos participó en el equipo, desarrollando el algoritmo de división [18].

Sin embargo, el resultado principal de su estadía fue otro. En el ambiente productivo de Manchester empezó a plasmarse lo que había sido una indicación de Sadosky años atrás: "*tenemos que hacer una máquina*"[19]. No se trataba de una fantasía. En la Argentina de esos años tenía un peso importante el ideario "desarrollista" que postulaba la industrialización como camino para la superación del "subdesarrollo". ([5]; [10]) Santos, influenciado por esta visión, imaginaba la inminencia de un proceso de industrialización que *"...no necesariamente... deba reproducir paso a paso la evolución histórica de otros países mas industrializados.."*. de lo cual infería que las nuevas industrias poseerían *"…un grado elevado de automatización y un uso intensivo de elementos de control y cálculo digital…"* y, por lo tanto, se daría el *"comienzo de una utilización intensiva de computadores…"*[20]

Esta difusa concepción "desarrollista" se combinaba, en muchos casos, con la clara conciencia de la dependencia tecnológica de los centros de poder mundial y la búsqueda de su superación. El proyecto CEUNS había sido enmarcado en el "*desarrollo de tecnologías no existentes en el país, no publicables en revistas científicas pero que hacen a la independencia tecnológica"* [23]. Resaltando esta determinación, el mismo grupo realizó en paralelo una producción teórica destacada, con publicaciones de impacto internacional [2]. Por otra parte se inspiraba en los cálculos de factibilidad técnica y económica explicitados por Lehman.([12]; [21])

La construcción en Argentina de una computadora pequeña de costo limitado parecía un objetivo loable y alcanzable.

### 3.2 Puesta en marcha del Proyecto CEUNS.

Cuando Santos regresó a BB su fuerte convicción tenía sustento. En dos años había creado un grupo de trabajo con resultados, había recibido reconocimientos y apoyos, venía de un año de estadía en un lugar "de punta" donde había puesto "las manos en la masa", en la tarea de diseño del más avanzado de los computadores del momento y tenía un proyecto elaborado y sustentable. Con ese empuje logró entusiasmar al Dr. Martella, rector de la UNS y, éste, a su vez, a un diputado provincial de la zona. La conjunción de entusiasmo, proyecto sólido y el ambiente político favorable logró que la Legislatura provincial votara ese mismo fin de año un subsidio de 100 mil dólares

---

[18] *"Los inventores de la memoria virtual son Kilburn y compañía, la memoria virtual se implementó en ATLAS, era una máquina que tenía un montón de innovaciones y sin embargo IBM desde el punto de vista comercial fue mucho más exitosa .... Par a par, siempre la máquina inglesa era mejor, pero la máquina norteamericana se vendía y la máquina inglesa no."* Testimonio del Ing. Santos, 6/ 2009. Ver http://www.computer50.org/kgill/atlas/atlas.html.

[19] *"La posibilidad concreta de desarrollar una máquina, con especificaciones preliminares y análisis de costos, debe haber sido de principios del 60. Cuando vine a la Argentina, entonces sí ya venía con la idea 'vamos a hacer una atlitas'."* Testimonio del Ing. Santos. 6/ 2009.

[20] De la presentación de CEUNS por Santos. Exp.616/61de la UNS..

para la concreción material de la CEUNS en cinco cuotas correspondientes a los años programados para la finalización.[21] En el presupuesto provincial para 1961 quedó incluida la primera cuota de veinte mil.

El proyecto se elevó al rector y al CS de la UNS en enero de 1961.[22] La presentación proponía como meta la puesta en marcha del Centro de Cálculo de la UNS equipado con la máquina a construir. Se consideraba que los cinco miembros del Seminario, en la medida en que tuvieran dedicación full time, con las remuneraciones correspondientes, serían suficientes, con el agregado de un "asesor matemático" para desarrollar los "métodos de programación". Santos tomaba como un hecho el subsidio votado por la PBA y proponía una distribución del mismo donde un 25% era para componentes y materiales y el resto para remuneraciones, contratación del "asesor" y becas y viajes de intercambio. El laboratorio era considerado adecuado mientras no se incorporara más gente al equipo. [23] Aunque el objetivo era un desarrollo dentro y para la Universidad, estaba presente la idea de transferirlo a la industria argentina.[24]

Una breve caracterización de la CEUNS apareció en el Boletín de la Sociedad Argentina de Cálculo (SAC).[25] *"Entre las características esenciales de este computador podemos señalar que… se ha decidido que sus códigos de operación y su forma operativa estén basados en los del Mercury. Esto permitirá iniciar especialistas en el trabajo con el computador CEUNS…, que luego podrían pasar a trabajar en el Mercury sin mayores dificultades. El CEUNS contará con una memoria de trabajo, con acceso inmediato a núcleos magnéticos, de 64 palabras de 36 bits dividida en 4 páginas. Esta memoria es ampliada con otra, también a núcleos magnéticos y de acceso inmediato, de tipo fijo. La memoria fija contendrá las rutinas de raíz cuadrada, logaritmo, división y seno en 128 palabras y no es modificable.*

*Los datos e instrucciones serán mantenidos en un tambor magnético de 9000 palabras y desde allí transferidos-por páginas- a la memoria de trabajo. El programa será secuencial; un registro de próxima instrucción llevará la cuenta y se podrá modificar para producir una bifurcación. La entrada será por medio de un lector de cinta de papel y la salida por un perforador de cinta o por una máquina de escribir."*

El diseño de CEUNS mantenía un "aire de familia" con el original de Lehman.[26]

---

[21] Exp. 616/61 de UNS. Además en este punto coinciden los distintos testimonios.

[22] La presentación está contenida en el. Exp. 616/61 de la UNS.

[23] El grupo en ese momento lo formaban Santos, Hector Arango, Bety Kerlleñevich, Natalio Kerlleñevich y E.Chapunov, como técnico. HA y NK estaban recién graduados y BK llevaba 5 años como ingeniera. NK había obtenido una beca para estudiar un año en el MIT. El laboratorio estaba adquiriendo un oscilógrafo con un subsidio del CNCyT. La partida para componentes y materiales era el doble de lo presupuestado por Lehman y por el propio Santos en su elaboración previa, pero se correspondía con un reparto lógico del subsidio.

[24] "*Yo me vine con Kilburn en la cabeza. Pensaba que la Universidad del Sur es a Argentina lo que Manchester es a Inglaterra*." Testimonio del Ing. Santos. "*El objetivo era...desarrollar una capacidad nacional en el campo estratégico de la computación*" y "*construir un computador que…sirviera como prototipo industrial*". Héctor Arango. Com. Pers.. 11/ 2009. "*El proyecto CEUNS, ... implicaba hacer tecnología nacional, éste era el determinante fundamental en el que radicaba el gran valor del proyecto.*" Victoria Bajar. Com. Pers. 4 / 2009

[25] Boletín nro. 2 (enero de 1961) de la SAC. http//www.elgranerocomun.net

[26] El de Santos se proponía punto flotante en lugar de fijo; base octal en vez de binaria directa y una memoria interna con rutinas fijas y otra rápida para intercambio con el tambor ([12],[21]).

### 3.3 Comienzan las dificultades

En agosto de 1961, el gobierno de la PBA libró una orden de pago por un monto de 1.300.000 pesos m$n [27] Santos propuso asignar ese dinero: contratación por 18 meses del técnico, un flujo asegurado para gastos menores por un año y una reserva importante para la compra de componentes. Al demorarse la recepción de esa cuota, Santos solicitó a las autoridades de la UNS un adelanto de 20 mil pesos so pena de parálisis del proyecto, lo que le fue otorgado. Para colmo, en ese tiempo su equipo había menguado y se había reducido a sólo dos personas de dedicación plena. [28] Finalmente el pago se hizo efectivo y el técnico pudo ser contratado, pero fue lo único que se percibió del subsidio. En marzo de 1962 una crisis política desencadenó la intervención federal a la PBA, incluyendo la disolución de su Poder Legislativo, y, poco después, el presidente Frondizi fue derrocado. Si bien estos actos no implicaban la derogación de lo aprobado más de un año atrás, evidentemente las relaciones de representación política y el marco ideológico que habían posibilitado el logro de ese apoyo financiero se habían quebrado.

### 3.4 "Asesores matemáticos" y desarrolladores de "software.

Cuando Santos presentó el proyecto en la UNS, consideró natural incluir la figura de un "asesor matemático" dentro del equipo de diseño de la computadora.[29] En Buenos Aires, había conocido a Ernesto García Camarero (EGC), joven matemático español discípulo de Julio Rey Pastor y, a la sazón, jefe de programación del IC.[30] En marzo de 1962 EGC, invitado por Monteiro, dictó en BB dos conferencias públicas sobre Programación y Aplicaciones Científicas de las de Computadoras. A los pocos días se elevó una propuesta para que EGC se convirtiera en el "asesor matemático" de la CEUNS y, a la vez, introdujera la computación como una nueva orientación entre los matemáticos. Monteiro y Santos se aunaron para lograr que el Consejo Superior de la UNS aprobara, luego de varios meses de objeciones y dificultades, un contrato para EGC que lo comprometía a instalarse en la UNS una semana por mes para colaborar con CEUNS y dar cursos de Computación en el DM. [31]

EGC dictó los primeros cursos de computación de la región y colaboró con Santos en el diseño del conjunto de instrucciones de CEUNS y la definición de los algoritmos básicos.[32] Asimismo orientó el desarrollo de dos programas para CEUNS: un testeador de circuitos y un intérprete que permitiera ejecutar un programa escrito

---

[27] Equivalentes a 15.711 usd. Tipo de cambio del 30/6/61. Exp. 616/61 de la UNS (Orden.613).
[28] NK no volvió del MIT, BK dejó el proyecto y el técnico EC fue reemplazado por M. Pascual.
[29] Presentación del Proyecto CEUNS al Rector de la UNS. Exp. 616/61 UNS.
[30] EGC había trabajado en Roma, en una Mercury, y era uno de los rarísimos "programadores con experiencia" de la época. Su interés por las aplicaciones no numéricas de las computadoras lo convirtió en el referente de los primeros jóvenes que comenzaban a sentirse atraídos por "*la belleza de la programación*". Bajar Victoria. Comunicación personal a los autores. 4/ 2009.
[31] Monteiro jugó un rol decisivo, ya que debió convencer personalmente a Sadosky de prescindir de EGC en el IC por una semana al mes. Exp. 1290/62 UNS.
[32] García Camarero, Ernesto. El lenguaje absoluto CEUNS. http://www.elgranerocomun.net

en lenguaje de máquina CEUNS en la Mercury del IC.[33] Este último era parte de las definiciones de compatibilidad con la FM. La iniciativa del primero se debió a EGC y fue un desarrollo avanzado para la época. [34]

EGC renunció a fines de 1963 y su rol lo continuó Victoria Bájar (VB) una programadora del IC, formada como tal junto a EGC, y primera egresada de Computación Científica en la UBA. VB realizó el diseño del lenguaje simbólico macroensamblador, así como el diseño y construcción de su traductor a lenguaje máquina, y del cargador del mismo en el lenguaje máquina. Para esto se valió de su breve experiencia en el IC y de sus propios criterios. En la Argentina de 1964 esos desarrollos eran totalmente originales. [35]

### 3.5 Primer logro del proyecto CEUNS.

"Pondrán hoy en marcha un Cerebro Electrónico" era el título de una importante nota publicada en la edición del 19/10/1962 del diario local La Nueva Provincia. En la misma se informaba que en ese día "*se formalizará la inauguración oficial de una nueva instalación ubicada en el Departamento de Electrónica de la Universidad Nacional del Sur...Se trata del laboratorio donde se construye un computador electrónico que se conoce con las siglas CEUNS...y responde a un proyecto que se viene desarrollando en nuestro medio desde hace exactamente 18 meses*". El Ing. Jorge Santos, Director del proyecto y el Ing. Héctor Arango, informaban que "*El computador está en desarrollo, hemos llegado a una etapa. A partir de hoy vamos a librar al servicio el equipo de teleprinter y el autotransmisor, que podrán ser utilizados por usuarios de la zona que necesitan resolver trabajos complicados. Nosotros trabajamos con el Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas de Buenos Aires, existiendo un acuerdo: aquí editamos los programas-cinta donde se plantean los problemas- y en Buenos Aires se procesan, luego retornan a BB donde se traducen e imprimen los resultados*".[36] Más allá del título sensacionalista de la nota, lo que se inauguraba era un componente periférico del proyecto que, además, serviría para paliar la carencia de una computadora en la UNS.[37]

---

[33] Fueron escritos en PIG-2, el lenguaje de bajo nivel de la FM, y desarrollados en parte en el IC. En la programación participaron V. Bájar y Alicia Chacur, quien así presentó su tesina en Matemática. http://www.elgranerocomun.net/Programa-interpretativo-de-CEUNS.html

[34] Lehman publicó algo similar al mismo tiempo. Ver [13].

[35] "*En la UNS, en el grupo de Electrotecnia, la disposición a discutir acerca de la construcción de software per se, era más amplia que en Buenos Aires, donde estábamos más enfocados a software para la resolución de determinados problemas.*" Com. personal de V. Bájar. 5/ 2010.

[36] Diario La Nueva Provincia. Bahía Blanca. 19 de octubre de 1962.

[37] Se perforaba una cinta de papel con el programa en la teleprinter, en un lenguaje de la Mercury y se mandaba al IC. Los resultados volvían en cinta de papel a BB donde se ingresaba al autotransmisor y la teleprinter los imprimía. Com, personal de Jorge Santos, junio de 2009.

### 3.6 Un punto de inflexión en 1962.

En septiembre de 1962, Santos, que había accedido por concurso al cargo de Director del DE, presentó al Rector y al CS un informe del estado de CEUNS al 31 de julio de ese año.[38] Vale la pena detenerse en cómo era la estructura del Plan de Desarrollo. El mismo contenía 7 ítems (U. Aritmética, U. Control, Mem. Fija, Mem. Anillos, Tambor, U. Entrada y Salida y Programación) y en cada caso se preveían 4 tareas: diseño lógico, diseño electrónico, construcción y puesta a punto. En el rubro "Programación" sólo se consideraba "diseño lógico" y "puesta a punto". El informe reflejaba un importante grado de cumplimiento del Plan, incluía algunos ajustes en el diseño original de las memorias, y proponía una actualización del plan por los 3 años siguientes. [22] Se había adelantado en la construcción de los periféricos (que se presentaron en octubre), en la incorporación de la memoria externa (el tambor) gracias a un préstamo indefinido de Kilburn y a un aporte del CNCyT para el traslado e ingreso al país y en el ítem Programación, previsto recién en el tercer año, gracias a la incorporación de EGC. Por otro lado "*el fracaso de la licitación para la adquisición de las matrices de anillos magnéticos, así como la demora del Gobierno de la Provincia en hacer efectivas la segunda y tercer cuota del subsidio…nos colocarán en una situación sumamente difícil en un plazo de 3 a 6 meses*".[39] En concreto se atrasaba el diseño electrónico y la construcción de la Memoria de Trabajo. La única construcción realizada era el 20% de la U. Aritmética. El informe reflejaba claramente que se había llegado a una meseta de la cual iba a ser muy difícil salir sin recursos financieros. Además el equipo humano no se había reconstituido. Si el plan contemplaba cinco personas con dedicación plena más el matemático, sólo estaban participando con ese grado de compromiso tres personas.

### 3.7 Un largo ocaso.

En marzo de 1963 la Gaceta de la UNS dedicó una página a reseñar el proyecto. Sin embargo del texto no surgen avances sobre la situación de octubre del año anterior. Incluso se insinúa un retraso de la construcción efectiva al afirmarse que: "*El plan prevé dos años de diseño lógico e investigación básica en circuitos, dos años de construcción efectiva y un año de puesta a punto.*"[40] Ya no se hablaba del subsidio y el trabajo continuaba al ritmo de los escasos aportes del CNCyT o del presupuesto universitario. El equipo humano con dedicación plena para desarrollo del hardware lo componían Santos, Arango y Pascual. Ese año se vio reforzado en parte por la llegada al a UNS de Max E. Valentinuzzi.[41] Adicionalmente se contaba con la participación parcial de algunos docentes y estudiantes de electrónica.[42] Finalmente, durante 1965, el proyecto se fue apagando hasta ser definitivamente clausurado. De

[38] Exp. 3080/62 de la UNS.
[39] Nota de Santos al Rector Aziz Ur Rahman del 25/9/62. Exp. 3080/62 de la UNS.
[40] Gaceta Universitaria. Órgano de la UNS. Año 1, Nro. 1. 3/1963. Archivo personal de EGC.
[41] Este ingeniero de Buenos Aires había realizado estudios de bioingeniería en EEUU. Luego retornó para finalizar su doctorado. Su dedicación a CEUNS no fue a tiempo completo.
[42] Entre ellos Lastra, Lorenzo, Moroni, Martinez Santos y Roig. Algunos eran trabajos de Seminarios.

acuerdo con los planes originales la máquina debía entrar en operación en marzo de 1966, pero, salvo los periféricos inaugurados en 1962, no había armadas más que partes sueltas.

Las penurias materiales, que eran generalizadas en las Universidades Nacionales, fueron determinantes de unas demoras de gran magnitud en el plan del proyecto. Así fue como, en un momento clave, se generó un escollo técnico decisivo por la discontinuidad en la fabricación de los transistores que se había decidido utilizar. [43] El atraso y la falta de perspectivas pusieron en cuestión el sentido de continuar el esfuerzo. Todas esas circunstancias se sumaron para sellar el fracaso del proyecto.[44]

El abandono de CEUNS fue un golpe importante al despliegue de un ambiente computacional en torno al imaginado Centro de Cálculo en la UNS. También afectó las relaciones entre matemáticos e ingenieros.[45]

El ciclo que había comenzado apenas fundada la UNS se estaba cerrando.

## 4 Discusión y conclusiones.

Uno de los episodios iniciales de la computación en Argentina estuvo situado en la UNS donde se intentó la construcción de una computadora con un objetivo que iba más allá de lo académico. El proyecto estaba inmerso en un período de transición entre el surgimiento y cierta consolidación de la tecnología, momento en el que parecía factible el ingreso de múltiples actores al nuevo campo de la computación, campo al que se visualizaba desde los más variados ámbitos como potencialmente revolucionador del entorno social. Este contexto mundial, sumado al auge del desarrollismo y a la impronta renovadora y "antidependentista" que teñía buena parte del mundo universitario argentino, dieron sustento al entusiasmo visionario de Santos y su grupo, más allá de cierta ingenuidad en el planteo de la transferencia, muy acorde al ideario de la época. Intentaremos explicitar algunos de los factores que condujeron a CEUNS desde su inicio promisorio hasta su fracaso y posterior olvido.

---

[43] "*…el diseño electrónico utilizaba un transistor que era el que habían usado en Manchester para ATLAS, un transistor de Philips, y cuando llegó el momento en que teníamos algo de plata para empezar a armar pedazos, encargamos, creo que eran como 1000 de esos transistores, y Philips nos contestó que ese transistor no se fabricaba más, pero que tenían otro que lo reemplazaba. Las especificaciones, eran iguales. Hay que pensar que no había transistores digitales, eran transistores de radios transistorizadas. Y el reemplazo estaba bien como transistor en la radio, pero para la aplicación digital nos lentificaba los circuitos…*". Entrevista al Ing. Santos. 6/ 2009

[44] "*Fue un fracaso, porque un ingeniero es un tipo que comienza a hacer una cosa, la termina, la hace funcionar y comprueba que funciona bien. Y eso no lo hicimos*" Entrevista al Ing. Santos. 6/ 2009.

[45] Entre los matemáticos, a la frustración de CEUNS se sumó la conciencia de que la formación en computación no podía basarse en aprendizajes de lenguajes o técnicas particulares, sino en bases teóricas sólidas. Testimonio de Guy Tassart, visitante de UNS en 1971/72. El curso de Programación, ahora orientado a Fortran, pasó al DE y se produjo una escisión entre formación básica y formación práctica. Actores posteriores, influenciados por un enfoque "práctico", descreyeron de la existencia de algún interés "real" por la computación en el IM. Comunicaciones de G. Arango y M. Fidel.

### 4.1 El cambio del contexto político.

Ya Lehman en 1959 [12] se lamentaba de que se estuviese pasando del florecimiento de muchos centros diseñadores y constructores de equipos en la primera década de la computación a la constitución de una industria concentrada, por lo que "*Los grupos pequeños de investigación, cualquiera sea su ubicación, tienen hoy una creciente dificultad para obtener el respaldo*". En el caso de CEUNS, su justificación residía en la necesidad de evitar la dependencia tecnológica de los grandes centros, una motivación cara al movimiento transformador universitario. Sin embargo, ya a principios de los años sesentas, tanto el impulso renovador en las Universidades como la relativa abundancia de recursos para las actividades científicas y tecnológicas de avanzada comenzaron a decaer. Este proceso fue parte de los límites más generales que encontró en el país el proyecto "desarrollista".[46] En marzo de 1962, a consecuencia de un triunfo electoral peronista en la PBA, un golpe de estado derrocó al presidente Frondizi. La intervención federal a la PBA, que incluyó la disolución de las Cámaras, discontinuó el desembolso del subsidio para la construcción de la computadora. Por otra parte la reciente revolución en Cuba llevó a la preponderancia creciente de la doctrina de la "seguridad nacional" y a la visualización del "enemigo interno" en el seno de las Universidades, lo que dificultó la obtención de recursos para las mismas. En la UNS la reacción conservadora interna había forzado la renuncia del Ing. Ortiz, primer rector democrático, promovido por los estudiantes, y el rector electo para el período siguiente no valoraba los desarrollos tecnológicos "antidependentistas". En definitiva, podemos decir que la trayectoria de CEUNS siguió, en gran medida, la suerte del proyecto modernizador universitario que la había posibilitado. Sin apoyo político interno ni externo, el proyecto quedó aislado, en manos de un grupo reducido y sin un flujo de financiación que le permitiera la consolidación de la necesaria masa crítica de investigadores y la compra de materiales, lo que condujo a unas demoras que lo pusieron fuera de juego a raíz de un desfasaje muy marcado con las tecnologías predominantes a mediados de la década.

### 4.2 La aceleración del cambio tecnológico

Entre el momento de la concepción de CEUNS y el de su final se había producido una transformación importante en el desarrollo de la computación. En los primeros años el hardware dominaba absolutamente el escenario. No se hablaba de sistemas operativos ni de software ni de un campo profesional diferenciado. Se concebía al diseño, construcción y uso de las computadoras como coto de matemáticos y electrónicos en roles perfectamente diferenciados. En 1959 la presentación de Lehman estaba centrada en la caracterización lógica del hardware y de su

[46] Las resistencias internas a los cambios académicos y políticos ejercidas por los sectores más conservadores se sumaron a la división del arco de alianzas que había actuado solidariamente en los primeros años. El fracaso de las soluciones "desarrollistas", simbolizado en el derrocamiento de Frondizi, se conjugó con el surgimiento del modelo expuesto por la Revolución Cubana y condujo a la radicalización de sectores importantes del estudiantado y de la comunidad universitaria en general, que comenzaron a cuestionar al modelo académico construido desde 1956 por su carácter 'cientificista' Ver [4].

implementación electrónica. Sin embargo tanto el equipo israelí, que llegó finalmente a poner operativa la computadora SABRAC, [47] como otros participantes de proyectos similares, [48] tomaron prontamente nota de los límites a la eficiencia del equipo que imponía el hecho de que gran parte del tiempo la unidad de procesamiento estuviera ociosa. A inicios de la década de 1960 estos investigadores discutían sobre las diversas variantes a incorporar en sus diseños para compartir el tiempo de uso del procesador, y surgían programas "supervisores" o "directores" para administrar los recursos.[49] El software comenzaba a ser un aspecto diferencial en el desarrollo de las computadoras. [50] Este "cambio de paradigma" no incidió en el trabajo del Laboratorio de Computadoras de la UNS.[51] Si bien con CEUNS lo que se buscaba era una vía de desarrollo de tecnologías no existentes en el país, el desfasaje fue excesivo frente a una aceleración de la evolución técnica que no parecía evidente a fines de la década de 1950.[52]

### 4.3 El CEUNS y las "historias oficiales".

Cuando, finalmente, se crearon en la UNS una carrera y un Departamento de Ciencias de la Computación (DCC), el antecedente de CEUNS fue ignorado.
"*El Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad Nacional del Sur es una de la más jóvenes de las unidades académicas de esta casa de altos estudios, …. Esta trayectoria se origina a comienzos de la década anterior. En el año 1981 nació la idea de crear una carrera de computación que tuviera en cuenta cuáles eran las tendencias tecnológicas en un futuro inmediato. . A tal efecto fue constituida una comisión especial, integrada por profesores de esta universidad y presidida por la doctora Victoria Bajar del Departamento de Computación del Distrito Autónomo tecnológico de México.. …*"[53]

De este texto, que aspira a reflejar la historia del DCC, surge que la trayectoria del Departamento se originaría cuando comenzó discutirse la creación de una carrera. Sin

[47] SABRAC fue diseñada y construida entre 1958 y 1963 por un equipo de tres personas y, en un principio, sin un presupuesto formal propio. El costo final de componentes fue de 25 mil usd. .Sin embargo el proyecto tenía aval oficial en el Ministerio de Defensa de un país en estado de guerra latente y la primera operación de SABRAC fue diseñar el sistema de guía óptica de un misil. Con similares condiciones iníciales, el apoyo fue decisivo. Además evolucionó al ritmo de la tecnología. Ver [14] y http://www-dse.doc.ic.ac.uk/~mml/.

[48] Proyecto CIRRUS, diseñada y construida en el Electrical Engineer Dept. University of Adelaide, Australia.. http://www.acs.org.au/media/docs/mcli/ACSfinal.pdf

[49] Por el lado de SABRAC, en [15] Lehman et al. discuten la propuesta de CIRRUS aparecida en el trabajo de Penny (ver [16]). Ambos se publicaron en Comm. ACM. Esta revista llegaba regularmente a la UNS, ya que había sido solicitada por Monteiro para la biblioteca del IM..

[50] En el momento del fin de CEUNS la SABRAC, ya llevaban casi 2 años operativa y había incorporado en su diseño elementos de multiprogramación.

[51] Todos los testimonios recogidos coinciden en que se discutían ampliamente las cuestiones ligadas a la marcha del proyecto, pero no registran que se siguieran las publicaciones de proyectos similares, pese a que las revistas llegaban a la UNS. Es decir que, a la falta de "masa crítica" hay que sumar un cierto aislamiento de los desarrollos en el exterior.

[52] Un golpe a los proyectos del tipo comentado fue la PDP-8, lanzada en 1965 a u$s 20000..

[53] Cs.de la Comp. UNS http://cs.uns.edu.ar/home/index.php?option=com_wrapper&Itemid=27

embargo la presencia de Victoria Bájar sólo es explicable por una historia que se remonta casi veinte años atrás. Por su parte, en la página del Departamento de Ingeniería Eléctrica (DIE), donde surgió el primer Seminario y Laboratorio de Computadoras de la UNS, se soslaya este antecedente, que fue clave para su propia constitución como unidad independiente, y se ignora al proyecto tecnológico fue por varios años central en su actividad. Como contraste considera a las publicaciones teóricas del mismo grupo como la producción principal de esos años.[54]

### 4.4 Algunas consideraciones finales

El cambio de las condiciones políticas fue decisivo en el abandono del proyecto y, dadas las posteriores de frustraciones argentinas en este campo, cabe cuestionarse si se trata de sucesivas contingencias o de una condición estructural. La ignorancia o indiferencia por parte de la historia posterior pueden deberse a varios motivos. A una concepción distinta de la computación poco inteligible para las generaciones siguientes. A que no tuvo éxito y a que se haya visualizado como causal de atraso en el "desarrollo real" de la computación en la UNS. Y podría conjeturarse también que la dedicación de esfuerzos importantes dentro de la Universidad a un proyecto de tecnología, "no publicable" en términos académicos pudo complicar su rescate histórico. Es significativo que la historia oficial registre sólo la importante producción académica "clásica" del grupo de Santos en el mismo período.

Como balance podemos señalar: la formación de una tradición en Electrónica en la UNS, que continúa hasta hoy,[55] la interacción con los matemáticos que dio sustento a una de las vertientes que confluyeron en la constitución de una escuela de docencia e investigación en computación de muy buen nivel en la UNS y los desarrollos pioneros en "software de base" a que dio lugar el proyecto. Finalmente hay que destacar que el modelo de trabajo del grupo de Santos, con un pie en el "mainstream" académico y otro en la producción de tecnología no existente en el país sigue siendo inspirador.

**Agradecimientos.** Queremos hacer un reconocimiento especial a Jorge Santos, Victoria Bájar y Ernesto García Camarero protagonistas del proyecto que sufrieron nuestros interrogatorios a lo largo de más de un año y a Edgardo Fernández Stacco, discípulo de Monteiro, y nuestro colaborador infatigable en Bahía Blanca. Asimismo deseamos agradecer el compromiso y los aportes realizados por: Guillermo Arango, Héctor Arango, Jorge Ardenghi, Alicia Chacur, Roberto Cignoli, Max Dickman, Manuel Fidel, Rafael Fontao, Eduardo Ortiz, Hugo Scolnik, Guillermo Simari, Guy Tassart, Max Valentinuzzi y José Eduardo Wesfreid.

## Referencias

1. Aguirre, Jorge "Semblanza de Manuel Sadosky" en "Historia de la Informática en América Latina y el Caribe". Aguirre J. y Carnota R. (comp). Ed. Universidad de Rio Cuarto. Rio Cuarto. Argentina. 2009.

[54] Electrónica. UNS. http://www.uns.edu.ar/departamentos/intro/index.asp?dependen=14

[55] La dictadura de 1976/83 provocó un descalabro que sólo se reconstituyó a mediados de la década de 1980.

2. Arango, José María. “La Matemática en el Sur”. En “Evolución de las Ciencias en la República Argentina 1923-1972.Tomo I. Matemática.”. Dr. Luis Santaló y colaboradores. Sociedad Científica Argentina. Buenos Aires. 1972.
3. Babini, Nicolás “La Informática en a Argentina: 1956-1966”. Ed. Letra Buena. Buenos Aires. 1991.
4. Buchbinder, Pablo. “Historia de las Universidades Argentinas”. Editorial Sudamericana. Buenos Aires. 2005.
5. CEPAL, Informe Económico de América Latina de 1949, CEPAL, 1950.
6. Cernadas de Bulnes M. y colab. “Universidad Nacional del Sur 1956-2006” Edit. UNS. Bahia Blanca. 2006.
7. Ciancaglini Humberto. “La Computadora Electrónica CEFIBA” en “Historia de la Informática en América Latina y el Caribe". Aguirre J. y Carnota R. (comp). Ed. Universidad de Rio Cuarto. Rio Cuarto. Argentina. 2009.
8. Estébanez, Maria E. y Prego, Carlos. “Ciencia, Desarrollo y Universidad en la Argentina 1955-1966”. IV ESOCITE. Campinas. Octubre 2000.
9. Fernandez Stacco E.”Abandono a la contemplación: Apuntes para la historia de la Universidad Nacional del Sur” Ed. Universitaria Rioplatense. Buenos Aires. 2009.
10. Furtado, Celso. Desarrollo y Subdesarrollo, Buenos Aires, EUDEBA. 1964.
11. Garcia Camarero E. Algunos Recuerdos sobre los Orígenes del Cálculo Automático en Argentina. Revista Brasileira de História da Matemática - Vol. 7 no 13 (abril/2007 - setembro/2007 ) - pág. 109-130.
12. Lehman M. “The specification of a cost limited digital computer”.Proceedings of the Internacional Conference of Information Processing. UNESCO. Oldenbourg, Butterworth, Paris, 1960, pp. 365, 374.
13. Lehman M. Eshed, Rayna and Z. Netter.The checking of computer logic by simulation on a computer. The Comp. J., vol. 6, no. 2, July 1963, pp. 154 – 162.
14. Lehman MM, Eshed R and Netter Z. SABRAC, A New Generation Serial Computer, Comp. Sys. Iss. IEEE Trans. on Electr. Comp., vol. 12, no. 5, Dec. 1963, pp. 618 – 628.
15. Lehman MM, Eshed R and Netter Z, “A Time Sharing, Low-Cost Computer, Comm. ACM, vol. 6, no. 8, Aug 1963, pp. 427 – 429
16. Penny, J. P., and Pearcey, T. “Use of multiprogramming in the design of low cost digital computers.” Comm. ACM 5, 9, (1962).
17. Prego, C. y Vallejos, O. (Ed.).La construcción de la ciencia académica: actores, instituciones y procesos en la Universidad argentina del siglo XX, Buenos Aires: Biblos. 2010.
18. Santos, Jorge. “Diseño de un divisor digital rápido”. Rev. Ciencia y Técnica. Vol 129. Nro. 691. 1960.
19. Santos Jorge y otros. “Desarrollo de una Unidad Aritmética experimental transistorizada”. Revista Ciencia y Técnica del Centro de Estudiantes de Ingeniería. Vol.129. Nro.648. Buenos Aires.1960
20. Santos J. Arango, H. “Un método de síntesis de circuitos combinacionales”.Ciencia y Técnica, Revista del Centro Estudiantes Ingeniería vol. 127 Nro. 639 pag. 205 -213. 1959.
21. Santos, Jorge “Diseño Lógico de una Computadora digital de costo limitado”. Revista Telegráfica Electrónica. Buenos Aires. Febrero 1961.
22. Santos. J. Arango, H. y Pascual, M. “Lógica y electrónica de las memorias de CEUNS” Revista Telegráfica Electrónica. Septiembre 1963. Págs.. 522-524.
23. Santos, Jorge. “La Ingeniería de Computación en la Universidad Nacional del Sur” Comunicación del Ing. Santos a Nicolás Babini. 2003. Biblioteca de la Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (SADIO).

# Las TIC en el campo educativo y pedagógico en Colombia: Avances de investigación.

Carlos Andrés Parra,
Universidad de Antioquia,
Facultad de Educación,
Medellín, Colombia,
cadrep@gmail.com

**Resumen.** Este texto corresponde a los avances de uno de los subproyectos del macroproyecto interuniversitario *Paradigmas y conceptos de la educación en Colombia*. Primero, se exponen el problema de investigación y la metodología. Luego, se presenta el momento en que se centran estos avances: el arribo de las TIC al campo educativo y pedagógico a Colombia hasta inicios de los noventa. Posteriormente, se describen aquellos lugares en que hubo producción académica sobre la relación TIC, educación y pedagogía durante este primer momento, para mostrar cómo la llegada de las TIC al campo educativo y pedagógico, se produjo en medio de tensiones constantes entre tradiciones, conceptos e instituciones, que se rastrean en las producciones de comunidades académicas y del Estado. Finalmente, se presentan algunas conclusiones preliminares que orientarán el resto del estudio.

## 1. Referentes de la investigación.

En Colombia, como en otros países de América Latina y el Caribe, la incorporación de las TIC en la escuela sigue siendo la punta del iceberg de uno de los procesos de reforma (¿educativa-estatal?) más vigorosos (no novedosos) que hace parte de las preocupaciones e inquietudes que han tenido y tienen diversas comunidades académicas. Este estudio rastrea la multiplicidad de formas de apropiación de las TIC en el discurso[1], desde una perspectiva histórica que acoge el llamado de Alejandro Álvarez en su estudio histórico sobre la relación entre escuela y medios masivos de comunicación, "tendríamos que mirar con cuidado hasta dónde la cibernética afectó las prácticas pedagógicas, hasta dónde se entronizó, hasta dónde se mimetizó o se cruzó con otras prácticas y otros discursos viejos y nuevos. Pero esta habrá de ser otra historia, también urgente, dado el afán de entender lo que hoy está sucediendo con la profesión docente y con el saber pedagógico." [1]

En lugar de asumir una postura tecnofóbica o tecnofílica, se pretende una aproximación a las TIC y el campo educativo y pedagógico en Colombia, a partir de la llegada de los microcomputadores al país a finales de los años 70. Las preguntas de interés son las siguientes: ¿desde cuándo, cómo y dónde han tenido presencia las TIC

[1] Este estudio, iniciado en 2009, es un proyecto de maestría en curso que está incluido en el macroproyecto interuniversitario "Paradigmas y conceptos de la educación en Colombia". Aprobado por Colciencias, código 1115-452-21145.

en la educación y la pedagogía en Colombia?, ¿qué conceptos reemplazan, cuáles introducen o sobre cuáles se superponen?, ¿a cuáles fines sociales y culturales han estado asociadas las TIC y en qué saberes, instituciones, estrategias se han sustentando?, ¿refuerzan, desplazan o erosionan el lugar del profesor de escuela? Como se ve, las respuestas a los interrogantes, preocupaciones, incertidumbres y exigencias que suscita esta perspectiva no se encuentran en el terreno de las estrategias o adecuaciones didácticas, sino que van a la historia y a las fronteras de la pedagogía y su relación con el estado, la empresa y las disciplinas[2].

En lo que concierne a la metodología del proyecto, la noción de campo de Bourdieu me sirvió para pensar el campo como espacio de relaciones y para no reducir este estudio a un estado del arte sobre las TIC, mucho menos del campo educativo y pedagógico en el país. En efecto, todo campo de producción cultural (artística, religiosa, científica, económica, etc.) es campo de luchas y "no es reductible a una *población*, es decir a una suma de agentes individuales vinculados por meras relaciones de *interacción* y, con mayor precisión, de *cooperación*: lo que falta, entre otras cosas, en esta evocación meramente descriptiva y enumerativa, son las *relaciones objetivas* que son constitutivas de la estructura del campo y que orientan las luchas que tratan de conservarla o de transformarla". [2] Esto se concreta en los criterios que me llevaron a incluir o excluir fuentes documentales, así como en la forma de lectura que he adoptado para construir y acceder al campo documental configurado. Método de lectura y análisis que retoma buena parte del *modelo de análisis de contenidos culturales* de Jean-Pierre Hiernaux y los aportes que le hizo el historiador Oscar Saldarriaga en su estudio *Del oficio de maestro. Prácticas y teorías de la pedagogía moderna en Colombia*. Este método se basa en una lógica de posiciones para la reconstrucción de sistemas de sentido "o maneras de ver las cosas", en donde las disyunciones y asociaciones que emergen no responden a una lógica universal, sino a lógicas construidas histórica y culturalmente.

En la perspectiva que sustenta este estudio, no asumo las TIC como artefactos neutrales, sino como fenómenos complejos atravesados por condiciones sociales, culturales e históricas que, de un lado, han sido nombrados desde diversos campos del saber y, de otro, moldean la cultura y son moldeados por ella. Las TIC son y han sido nombradas, comprendidas y utilizadas por sectores de la sociedad, de la academia y del estado en Colombia, a partir de reglas y tradiciones que tienen su historicidad propia. En esta lógica, resulta imposible hablar de las TIC como un genérico universal, como si nombraran lo mismo o se les asignaran las mismas propiedades y fines en la década de los 80, a mediados de los 90 o en los albores del siglo XXI.

En este artículo se muestran los avances del primer momento, que se sitúa hasta comienzos de los noventa[3]. De manera general, estos avances se derivan de la producción académica de distintos grupos y redes de académicos del país, recabada de

---

2 En la investigación *La informática educativa en la formación inicial de docentes en Bogotá*, adelantada en 2007, Rocío Rueda reconoce los escasos estudios sobre las TIC y la educación desde una aproximación histórica en el país.

3 Época en la que los cambios tecnológicos y políticos en el sistema educativo colombiano y las políticas internacionales en educación justifican el corte, como por ejemplo, Conferencia de Jomtien: Educación para todos (1991), Conformación del nodo Colombia de la Red Iberoamericana de Informática Educativa (1990-1991), Sistema Nacional de Informática Educativa (1991-1994), Nueva Constitución Política de Colombia (1991).

revistas nacionales reconocidas, memorias de eventos, congresos nacionales, sitios en la red. Así como de leyes y decretos nacionales, lineamientos u orientaciones curriculares, programas y propuestas nacionales de política educativa y otros documentos de organismos nacionales e internacionales. Se describen los lugares en los que se empieza a hablar de las TIC y la educación en el país, así como se bosquejan, de manera general, los diferentes efectos de las TIC en el campo educativo y pedagógico. Efectos producidos y reconstruidos en las relaciones/intersecciones (luchas, distancias, alianzas, etc.) entre los campos de la política educativa, de la economía y de los saberes y las disciplinas.

## 2. Primer momento: Tecnología, educación y desarrollo.

Las TIC hicieron parte de un cambio en los fines sociales que se le atribuían y exigían a la educación. Nuevas expectativas y responsabilidades se vincularon a promesas sociales, políticas y económicas que sirvieron para desplazar, erosionar, reubicar conceptos, instituciones y sujetos en el campo educativo y pedagógico. La necesidad de dotar de nuevas herramientas (saberes) a los profesores, se justificó y se abrió paso en una lucha frontal con formas, saberes y fines sociales anteriores, que fueron vistos y nombrados como tradicionales, obsoletos e ineficaces. En Colombia y en buena parte de América Latina, este panorama se construyó en los cambios que se dieron en los fines sociales y culturales de la educación, a partir de la promesa construida en relación con el desarrollo, la modernización, la tecnología y la educación fundamental, básicamente, desde la segunda mitad del siglo XX.

Al respecto, viene bien poner a contraluz el discurso oficial de inicios de los ochenta con el de la década del 50 sobre las nuevas tecnologías, no para buscar coherencia, linealidad y progreso, sino para encontrar diferencias y reactivaciones de estrategias de los discursos del desarrollo. En los cincuenta, los nuevos educadores y comunicadores de la 'década del desarrollo' decían, sobre la educación y las 'nuevas tecnologías' (radio- televisión), que "el problema consistía en encontrar los recursos más rápidos y eficaces para que nuestras gentes 'primitivas y atrasadas' aceptaran los cambios, consintieran en modificar sus hábitos y costumbres tradicionales, y adoptaran las nuevas tecnologías." [3] En la década del ochenta, la informática y la telemática aparecieron en el discurso político como un objetivo social, cuando se consideraron "instrumento privilegiado del desarrollo en la sociedad moderna" en el *Plan nacional de desarrollo 1983-1986, Cambio con Equidad*. Se planteaba acerca de su *Programa de Difusión Informática* que, "si es llevado a sus últimas consecuencias en un contexto como el colombiano, redundará en beneficio de la integración nacional y el progreso ineludible de la población. La historia será el único juez". [4]

Para la definición de la informática y la telemática como objetivos sociales, además de la llegada de los microcomputadores al país y la visita de Papert y Negroponte en los ochenta, fue determinante la firma de un convenio de asociación en 1982 con el "Centro Mundial de París para el Recurso Humano." Éste buscaba "implantar las ventajas del desarrollo de sus programas y considera que la extensión de su actividad sobre el territorio colombiano y los otros países del Pacto Andino ofrece un campo privilegiado para su misión" [5]. Convenio que conllevó a la

creación del *Consejo de Informática y Recursos Humanos* en Colombia, a través del decreto número 146 de Enero de 1983 y perfiló claramente la infraestructura de las relaciones entre el desarrollo, las TIC, la educación y la modernización.

Sin embargo, en este primer momento, se evidencia que las TIC no estuvieron asociadas únicamente a la producción y modificación de políticas de desarrollo y educación, sino, también, a la incursión de nuevos agentes y campos del saber. Para los que, ni la educación ni la pedagogía, interesaban como objetos de conocimiento, como se verá más adelante, en lo concerniente a la ingeniería de sistemas y la comunicación social.

## 3. Tres miradas sobre las TIC, la educación y la pedagogía.

En la génesis de las relaciones entre las TIC y la educación en Colombia, es tan importante considerar la llegada de nuevos saberes (a través de publicaciones o de intelectuales formados en el extranjero que fundaron o transformaron programas de formación universitaria), como los lugares y modos de arribo de los nuevos artefactos y aplicaciones tecnológicas a lo largo del tiempo. En este sentido, la materialidad de la producción de cada lugar se constituye en un criterio para delimitar[4], caracterizar e iniciar una comprensión posterior de la condición, ventajosa o desventajosa, entre los lugares o posiciones desde los cuales se construyó en el país la relación entre las TIC y el campo educativo y pedagógico, durante este primer momento.

Justamente, a partir de la materialidad de la producción académica, se trazan las primeras fronteras que definen, provisionalmente, las tres posiciones de este primer momento de las TIC en el campo educativo y pedagógico. Una advertencia necesaria es que, provisionalmente, debe entenderse que delimito estas posiciones por ser extremas y selecciono algunos rasgos que permiten distinguirlas por limitaciones de espacio, pero eso no implica que sean absolutas, homogéneas en sí mismas, ni exclusivas. Es decir, existieron movimientos, matices e hibridaciones durante este primer momento. Las dos posiciones iniciales que se caracterizan, aluden a la incursión del campo de la ingeniería de sistemas (*posición 1*) y de la comunicación social (*posición 2*) en el campo educativo y pedagógico. La tercera posición se describe, de manera general, a partir de tres lugares de producción sobre las TIC al interior del campo educativo y pedagógico *(posición 3)*.

### 3.1. Posición 1. Informática educativa: una alianza entre la ingeniería de sistemas y la tecnología educativa.

La primera posición se sitúa en los entrecruzamientos del campo de la ingeniería de sistemas con el campo educativo y pedagógico (*posición 1*). Estos dieron como

---

4 La materialidad del campo de producción habla de la densidad de las posiciones. Permite distinguir cada una de ellas de acuerdo con la aparición de revistas, publicación de artículos, creación de grupos de investigación, realización de proyectos de investigación, cursos de pregrado, programas de maestría, de pregrado, congresos y simposios referidos a la relación entre las TIC y la educación.

resultado una apropiación de las TIC que definieron sus intelectuales y grupos de investigación como "Informática Educativa". Las revistas fundamentales que se retomaron para caracterizar esta posición fueron la *Revista Sistemas* de la *Asociación Colombiana de Ingenieros* y el *Boletín de Informática educativa* de la Universidad de Los Andes. Los primeros grupos y líneas de investigación fueron iniciados en el país a comienzos de los 80, "como una iniciativa de profesores del Departamento de Ingeniería de Sistemas que buscaban explorar las posibles modalidades de utilización de la Informática en ambientes educativos." [6] Los mismos grupos apoyaron, asesoraron y adelantaron los primeros programas de difusión de la informática y el entrenamiento de profesores. Esta formación se denominó por mucho tiempo alfabetización informática o computacional. Aunque ahora los analfabetas no eran solo los estudiantes, sino también los profesores, incluso los mismos intelectuales del campo educativo y pedagógico.

Los ingenieros empezaron a nombrar y acercarse a lo educativo a través de una cantidad inusitada de artículos y números monográficos. Veían la educación como "única respuesta a las nuevas necesidades de la tecnología. Educación en todas sus formas: introductoria, para divulgar conocimientos técnicos básicos; de capacitación, principalmente para afrontar este cambio en la forma del trabajo a través de las nuevas herramientas y, de actualización e investigativa, para desarrollar el espíritu creador del individuo." [7] Sus referentes internacionales intentaban sustentar los efectos inminentes que conllevaría y, en algunos casos garantizaría, la alfabetización computacional y adquisición de las nuevas herramientas para el desarrollo económico, la formación técnica y el empleo.

En los ochenta parecía suficiente tener los saberes y herramientas sobre informática para liderar la alfabetización de los docentes, tal vez por la complejidad y especialización que exigía el manejo de los equipos en ese momento. Pero, además, es interesante observar cómo ese mismo saber de la ingeniería de sistemas, desde la *informática educativa*, legitimaba y autorizaba avanzadas en la conceptualización sobre contenidos, metodologías y formas de enseñanza y de aprendizaje en la escuela básica y media. Esto puede visualizarse en la amplia gama de conceptos por los que transitó esta posición para abrirse paso en la conceptualización, intervención e investigación sobre objetos de conocimiento del campo educativo y pedagógico, así como en espacios concretos del sistema educativo, la política educativa y la escuela. Tal gama conceptual, por ejemplo, va desde "lo más propio de la ingeniería de sistemas" (teoría de sistemas, cibernética, inteligencia artificial, lenguajes de programación, multimedia), hasta "lo más ajeno" para ese campo antes de los 80, (Educación primaria y secundaria, Educación a Distancia, Desarrollo curricular, enseñanza, ambientes de aprendizaje, perfeccionamiento docente, Alfabetización). Vale decir que las fronteras no fueron fijas ni se limitaron solamente a conceptos "propios" de estos dos campos, mucho menos los conceptos se conservaron incólumes. De hecho, en ocasiones produjeron conceptos o nociones nuevas ("aprendizaje multimedial") o intentaron fundar disciplinas, como el caso de la misma informática educativa.

De otro lado, la incursión de la ingeniería de sistemas puede rastrearse también en sus afinidades con conceptos, saberes e instituciones ubicadas al interior del campo educativo y pedagógico. Esto significa que la *posición 1* fue ventajosa, no solo por

saber programar computadores y tenerlos primero[5], sino también por las alianzas que construyó con la empresa privada y pública, con el SENA[6], con el Ministerio de Educación Nacional (MEN), con la Secretaría de Educación de Bogotá, con instituciones educativas públicas y privadas, así como con dos sectores del campo educativo y pedagógico en Colombia, que podemos nombrar, de manera general por ahora, como el de la *tecnología educativa* y, con menor fuerza en este primer momento, el de las *ciencias de la cognición* aplicadas a la educación.

Adicionalmente, desde esta posición se lideró la conformación del *Sistema de Información Sobre Informática Educativa* en 1987, asociado al origen del *Boletín de Informática Educativa,* primera publicación especializada en el país. Justamente, desde la Universidad de Los Andes y sus nexos con grupos de otras universidades nacionales (U.I.S, Universidad Nacional, EAFIT) e internacionales, se lideró la conformación del nodo Colombia de la Red Iberoamericana de Informática Educativa. Red ligada al Subprograma VII de Electrónica e Informática Aplicadas del CYTED (Programa Iberoamericano de Cooperación en Ciencia y Tecnológica para el Desarrollo creado en 1984).

### 3.2. Posición 2. Intersecciones con el campo de la comunicación social.

La segunda posición alude a la incursión del campo de la comunicación social en el campo educativo y pedagógico (*posición 2*). En comparación con la primera, su materialidad es menos densa en este primer momento, dado que no llegó a las instituciones escolares; no acompañó procesos de formación de profesores de la básica y media, ni pretendió conceptualizar, desde lo teórico-investigativo, el quehacer del profesor, lo curricular, la enseñanza ni el aprendizaje. La publicación central en esta caracterización es la *Revista Signo y Pensamiento* de la Universidad Javeriana, y los sitios web de esta universidad y de la Universidad del Valle.

Al contrario de lo acaecido con la ingeniería de sistemas en este primer momento, puede reconocerse que la comunicación social no fue del todo ajena al campo educativo y pedagógico, como se insinuó en la escueta referencia a la estrategia de la radio educativa y la televisión educativa para el desarrollo en Colombia y en América Latina, durante los 50 y los 60. Sin embargo, se habla en este primer momento de una incursión al campo educativo y pedagógico, debido al cambio radical al interior del campo de la comunicación social entre los 50, 60, 70 e inicios de los 80. Tanto en su institucionalidad (surgieron y se modificaron departamentos y facultades de comunicación), como en los referentes epistemológicos, conceptos, disciplinas y estrategias, mediante los que se construyó esta posición en su relación con las fuerzas y acontecimientos tecnológicos, económicos, políticos y académicos de la década de los 80 en el país.

A modo de ilustración sobre estos cambios, resulta imprescindible referir una de las instituciones que lideró en Colombia las discusiones sobre las TIC y la educación desde el campo de la comunicación social. En 1975, Jesús Martín Barbero, diseñó el

[5] El primer computador que llega al sector educativo es a la Universidad de los Andes en 1967.

6 El Servicio Nacional de Aprendizaje es un establecimiento público nacional que, desde 1957, ha adelantado procesos formación técnica, instrucción y calificación para el empleo.

programa de comunicación social en la Universidad del Valle con otros profesores. Él afirmaba que "fue el primer programa en el país en plantearse como algo distinto a Periodismo y se ubicó explícitamente, desde el principio, en el campo de las Ciencias Sociales […] el pensamiento en torno a procesos de información, cultura y educación, inaugura en América Latina nuevos campos de la enseñanza y la práctica de comunicación, entre ellos la Comunicación Educativa y la Comunicación para la Participación Comunitaria." [8]

Los intelectuales centrales de esta posición se formaron en Europa, en contraste con los lugares de formación posgraduada de los agentes principales de la *posición 1* (Estados Unidos). Igualmente, en las secciones de adquisiciones bibliográficas y reseñas de la revista *signo y pensamiento* aparecían secciones y publicaciones seriadas referidas a las temáticas de comunicación y desarrollo, educación popular, educación de adultos y alfabetización funcional para América Latina, telecomunciaciones, telemática e informática, medios en educación y desarrollo. Ambos datos ayudan a ubicar la mirada sobre las TIC en la educación y la formación de los sujetos en esta posición, que se realizó desde conceptos y nociones como: *nuevas tecnologías de comunicación, comunicación, comunicación educativa, comunicación masiva, cultura, culturas populares, democracia, desarrollo, didáctica audiovisual, discurso, medios de comunicación, lenguaje audiovisual*.

Ahora bien, no solo desde los cambios al interior del campo de la comunicación social se construyó el interés por incursionar en el campo educativo y pedagógico. Los organismos internacionales y algunas alianzas con sectores de intelectuales jugaron un papel central. Así se percibe en las lecturas críticas de las experiencias de los años 50 y 60 asociadas al discurso y estrategias de organismos internacionales, como la O.E.A, que planteaba que "sin comunicación no hay desarrollo." O como en la décima recomendación de la mesa redonda sobre comunicación y desarrollo, auspiciada por la UNESCO y el Sistema Económico Latinoamericano, donde se planteaba que, "en vista del papel fundamental de los medios de comunicación en los sistemas de educación a distancia, y de las importantes aplicaciones que ésta tiene en la educación formal y no formal de la población, esta área deberá recibir mayor atención de los investigadores y profesionales de la comunicación." [9]

El caso es que, en este primer momento, esta posición no "sabía" programar computadores, pero participaba y se interesaba por incidir en los debates y congresos nacionales e internacionales sobre enfoques teóricos y políticas de comunicación en relación con la informática y otras tecnologías en la educación. Esta participación, en muchos casos, permite ubicarla incluso en oposición a la *posición 1* y a la de las políticas estatales. Sobre el programa estatal de *Difusión de la Informática de la Secretaría de Informática de la Presidencia de la República* (asesorado desde la *posición 1*), se afirmaba que "Resulta clara la mitificación y la visión mesiánica, la justificación que se da de las políticas del Estado a partir de la modernización e integración nacional, y la visión 'fascinada' que se tiene del problema. Solo me resta decir que la retórica de la tecnología supera de lejos la realidad del sistema educativo, la triste situación de escuelas sin tiza ni maestro pero con microcomputador de quinta generación." [10]

Esta posición "no fue a la escuela", pero sí incrementó su interés sobre la escuela, la educación y las nuevas tecnologías, haciendo de lo educativo objeto de conocimiento y opción profesional de sus egresados. Como sucedió con la propuesta

del énfasis en comunicación educativa de la Universidad Javeriana, derivado de la transformación del énfasis en "comunicación y desarrollo" en 1987. El nuevo perfil profesional legitimaba la incursión de otros saberes y sujetos –especialistas- en el campo educativo y pedagógico. Según este énfasis, el comunicador social "articulará los conocimientos, las actitudes y las destrezas correspondientes a las prácticas comunicativas relacionadas con la educación en su sentido más amplio, incluyendo procesos de socialización en la vida cotidiana." [11] Adicionalmente, en la formación de este comunicador se promovía "la vinculación del estudiante a un proyecto específico de investigación-producción en radio (audio) o televisión (video), o eventualmente otros medios aplicados a la educación." [12] Quizá esos 'otros medios aplicados a la educación' aludían al computador, la multimedia y las redes, medios poco accesibles en ese primer momento, por sus costos y requerimientos especializados para manipularlos.

### 3.3. Posición 3. Movimientos, convergencias y divergencias en el campo educativo y pedagógico.

La tercera posición es la compleja mirada que se construye sobre las TIC al interior del campo educativo y pedagógico. Se caracteriza a partir de la revisión de sus tres revistas más representativas en el país (*Educación y Cultura*, *Educación y Pedagogía*, *Revista Colombiana de Educación*); de algunos informes de investigación, publicaciones y memorias de simposios y congresos nacionales.

Se entiende que "el interior" del campo educativo y pedagógico está constituido por la producción, recepción e interrelaciones que, con otros campos del saber, del poder y de la economía, tienen sectores académicos, cuyos objetos de conocimiento, investigación y participación son la educación, la pedagogía, la escuela, la enseñanza, el aprendizaje, el currículo. En esta posición se dan suficientes condiciones para distinguir, como se verá, tres subposiciones o lugares diferenciables. Describirlos permite esbozar el panorama de divergencias, convergencias, alianzas y luchas al interior del campo educativo y pedagógico en relación con las TIC.

#### Lugar 1

Desde este lugar de la *posición 3*, se conceptualizaba sobre los objetos del campo educativo y pedagógico en relación con los computadores, sin participar, ni acompañar procesos formativos e investigativos en la escuela. Su acercamiento al problema de las TIC se materializó en la participación en congresos, simposios y publicaciones no exclusivas del campo educativo y pedagógico en el país. Por eso su difusa materialidad parece explicarse no solo porque no tenía los saberes especializados, ni la tradición que, de un modo también desigual entre ellas, tenían la ingeniería de sistemas y la comunicación social sobre las tecnologías de la información y la comunicación, sino, también, porque, en un comienzo, redujeron el tema de las TIC a los computadores y la informática, así como a los debates de la reforma curricular, la formación técnica y la tecnología educativa. Precisamente, sobre esta última afirmaban que "destaca una subdivisión del trabajo en el campo de la educación: la separación entre quienes conciben en detalle el proceso educativo en

su qué y en su cómo y quiénes ejecutan lo así diseñado, entre programadores y asesores por un lado y educadores por el otro." [13]

Al final de la década, en este lugar de la *posición 3* se construyó una mirada crítica desde el campo educativo y pedagógico sobre la informática, la formación de profesores, la escuela y la pedagogía. Esta mirada se sustentaba en conceptos como: *Tecnología educativa, Autonomía (del educador), Reforma curricular, Cultura, Escuela, Currículo, Informática, Escritura, Pedagogías visibles e invisibles* (desde Bernstein). Leían los trabajos de Suppes y Papert desde la pedagogía. Al primero lo asociaban a la Instrucción Asistida por Computador y a Skinner, para relacionarlo con las Pedagogías visibles y cuestionarlo. Mientras que a Papert, ligado al lenguaje LOGO y a Piaget, lo leían, potencialmente, como posibilidad para favorecer las Pedagogías Invisibles. Se planteaba que sería posible aprovechar la introducción de la informática "si se contara con un profesorado altamente cualificado desde el punto de vista pedagógico y con un buen dominio de rudimentos de informática (esta combinación sería altamente deseable). Sin embargo, es más probable que el peso de la tradición de las pedagogías visibles favorezca una enseñanza dogmática y muy poco creativa de nociones de programación y un uso muy limitado de software didáctico que cumpla funciones de repaso y entrenamiento sobre ejercicios tipo." [14]

La dotación y adquisición de equipos no se percibían como algo urgente, imprescindible, ni como lo más importante por resolver para evitar mayor subdesarrollo. A diferencia de lo que predominaba en la *posición 1* y en los otros dos lugares de la *posición 3*, que bosquejo a continuación.

**Lugar 2**

La materialidad de este lugar de la *posición 3* se fue construyendo en la segunda mitad de los ochenta, a partir de investigaciones universitarias de corte experimental en la escuela básica, participación en simposios, congresos y publicaciones (varias de ellas en las revisas de la *posición 1*). Sus conceptos centrales se fundamentaban en las teorías cognitivas y sus debates en relación con los computadores en educación. Así pues, *el LOGO, el Desarrollo cognitivo, el pensamiento lógico, los procesos de aprendizaje* y la crítica a los fundamentos conductistas de la instrucción asistida por computador (IAC), le permitieron a este lugar de la *posición 3* adherirse al discurso de la innovación y el constructivismo para oponerse a las formas "tradicionales" escolares, las maneras de enseñar, los saberes en que eran formados los profesores y todo lo que pudiese ubicarse antes del arribo de los microcomputadores al país. En un estudio de este primer momento, se afirmaba que "el contacto del autor con grupos de maestras ha revelado que fundamentan sus estrategias metodológicas en la espontaneidad, obsoletas tradiciones, actitudes facilistas, o erróneas intuiciones." [15]

Esta mirada compartía la urgencia del cambio del sistema educativo y la escuela, ante la inminencia del incremento del subdesarrollo. Para sustentarse, acudía a otros conceptos, fines políticos y sociales sobre lo educativo, como *el desarrollo, el mejoramiento de la calidad, el fracaso escolar y el futuro*. En esta mirada, la capacitación-renovación docente era una prioridad y se decía que "El maestro debe conocer y comprender los nuevos productos de la tecnología cibernética que puedan mejorar las condiciones del proceso enseñanza-aprendizaje. Como alternativa al carácter tan estático de nuestro sistema escolar en este aspecto, se hace prioritaria una

preparación masiva de docentes a nivel primario y secundario en torno a las perspectivas educacionales que ofrece la informática." [16]

Conviene señalar que, desde aproximaciones cuasi-experimentales sobre la incidencia del uso del computador, los procesadores de texto, el lenguaje LOGO y otras aplicaciones en los procesos de aprendizaje, los intelectuales más destacados de este lugar de la *posición 3* participarán y se vincularán fuertemente con las redes, grupos y publicaciones lideradas en la *posición 1*, a finales de este primer momento y comienzos de la década de los noventa.

**Lugar 3**

A diferencia de las demás posiciones, en este lugar de la *posición 3* fueron predominantes, más fuertes y evidentes las relaciones establecidas con el campo político y el campo económico. Esta prevalencia podría ayudar a explicar, además, sus fuertes y múltiples alianzas con los grupos académicos y la mirada de la *posición 1* sobre las TIC en la educación. Este lugar de la *posición 3* fue muy denso, debido a que se materializó en la formulación de políticas, eventos, investigaciones, entidades y programas estatales en los que participaron intelectuales del campo educativo y pedagógico, en calidad de académicos, gestores, promotores, asesores, formuladores o evaluadores de políticas educativas nacionales y locales sobre la incorporación de las TIC en la educación y en la formación de profesores de la educación básica y media.

En este lugar de la *posición 3,* las relaciones con organismos y políticas internacionales fueron preponderantes en el arribo de las TIC a la educación en Colombia (incluso a América Latina), debido al protagonismo e incidencia de organismos internacionales en las políticas educativas de los países (desde la UNESCO, la OCDE y el Banco Mundial hasta el mismo Centro Mundial de París para el Recurso Humano, referido antes). Para estos organismos la computación, la alfabetización computacional de profesores y la dotación de equipos fueron parte de las estrategias centrales que justificaron, explicaron y dieron sentido a las reformas educativas en Colombia y en América Latina. Donde "La formación de profesores era una de las deficiencias importantes de superar. La mayoría de los profesores en computación u otras asignaturas afines, eran ingenieros o técnicos especialistas o pedagogos autodidactos en este rubro. La necesidad de formar maestros llevó a algunos países a establecer programas de perfeccionamiento." [17]

Algunos referentes teóricos de este lugar de la *posición 3* eran afines a la mirada de la *posición 1* y estaban asociados al *Proyecto Multinacional de Tecnología Educativa y* la postura editorial de *la Revista de Tecnología Educativa*, auspiciados por la O.E.A. Justamente, intelectuales colombianos destacados de la *posición 1*, como Álvaro Galvis, y de este lugar de la *posición 3*, Enrique Batista, publicaron en tal revista desde finales del 70 hasta mediados del 80, artículos sobre *diseño instruccional*, *enseñanza programada*, *educación a distancia, evaluación y computación educativa*. A su vez, los conceptos de *Calidad, transferencia tecnológica, eficiencia, eficacia* y *currículo*, ligados al enfoque de sistemas aplicado a la educación, sirvieron para construir la mirada desde este lugar de la *posición 3* y pensar la formación de profesores, la escuela y las TIC. Asimismo, estas coincidencias conceptuales fueron útiles para perfilar las alianzas con la *posición 1* y el lugar 2 de la *posición 3,* próximo a las ciencias de la cognición.

En este primer momento, la complejidad de las alianzas y cruces (a través de intereses, fines y conceptos sobre las TIC en educación) que se insinuaban entre la *posición 1* y este lugar de la *posición 3,* corresponden a una mirada que suscribía el ideario dominante acerca de la relación informática, desarrollo y educación. En un artículo del *Boletín de Informática Educativa*, emblemático de la *posición 1,* Pilar Santamaría afirmaba que "Sabemos que los analfabetas, desempleados y marginados del futuro son las personas que no conocen, ni manejan la informática." [18] Conclusión de una intelectual destacada de este lugar de la *posición 3*, "Ex directora de TV Educativa de INRAVISION. Ex-directora general de capacitación currículo y medios educativos MEN. Ex-secretaria de educación del Distrito Especial de Bogotá. Especialista de la OEA y UNESCO en Comunicación y Tecnología Educativa." [19]

La afirmación de Pilar Santamaría, permite, además, reconocer en este lugar de la *posición 3*, otros conceptos y nociones centrales en la mirada sobre la relación tecnología, educación y desarrollo en Colombia, como son: *trabajo, formación técnica, formación de recursos humanos, profesionalidad tecnológica, calificación ocupacional, perfeccionamiento docente y educación permanente*. Estos conceptos empezaron a citarse de investigaciones extranjeras y, posteriormente, se investigaron en Colombia y sirvieron para documentar las exigencias sociales (laborales y económicas) de la informática, para legitimar los cambios en las prioridades de lo educativo y la formación de los sujetos, así como para orientar las maneras de nombrar, pensar, investigar e intervenir lo educativo. En 1987, se afirmaba que, "la incorporación vertiginosa y desordenada de las nuevas tecnologías de la información en todos los campos de la sociedad colombiana en los últimos años le está creando nuevas exigencias al sistema educativo entre las cuales cabe destacar la formación de los recursos humanos. Las nuevas tecnologías de la información, por sus funciones y efectos, están haciendo obsoletos los planes educativos y el rol de los docentes y sus conocimientos." [20]

Finalmente, conviene señalar que en este lugar de la *posición 3* se produjo una incursión o modificación adicional en el campo educativo y pedagógico, a nivel de las instituciones estatales. Los *Centros de Difusión Informática* estuvieron adscritos a la *Secretaría de Informática de la Presidencia de la República* (SIPR), creada desde el *Plan Nacional de Desarrollo* de 1983, citado antes. Lo interesante es que tanto los centros como la SIPR fueron instituciones que no se fundaron, orientaron ni subordinaron al MEN, pese a sustentarse en conceptos, fines, formas y estrategias propios de su agenda, como por ejemplo, el acompañamiento a instituciones educativas y la alfabetización de adultos.

## 4. A modo de conclusión… múltiples bifurcaciones…

De este primer momento de las TIC en el campo educativo y pedagógico en Colombia, se desprenden múltiples vetas de trabajo.

- Las TIC dieron entrada a dos campos del saber (Ingeniería de Sistemas y Comunicación Social) para que se disputaran proyectos, definiciones, así como para que introdujeran o modificaran conceptos en el campo educativo y pedagógico para hacer de la educación, la escuela y la formación de profesores un campo de aplicación

de sus saberes. Además del ámbito conceptual, las formas y lugares en que arribaron las TIC al campo educativo y pedagógico, modificaron y crearon instituciones y nuevos lugares desde donde ha venido pensando y, sobre todo, produciendo verdad sobre lo educativo. Precisamente, desde el cambio de las instituciones y el surgimiento de otras, la incursión de nuevos saberes y sujetos –"especialistas"-, permitirá describir y comprender cómo las TIC han hecho parte de un cambio en los lugares, tiempos y maneras en que se produce verdad sobre la escuela, la educación, la pedagogía, el sujeto que enseña y piensa la enseñanza (¿diseñadores, programadores, comunicadores, equipos interdisciplinarios?)

- La aparición de nuevos "especialistas" en educación y en pedagogía no solo remite a tensiones y modificaciones entre campos del saber, sino también a cambios en la relación especialista-profesor de escuela, incluso entre los especialistas mismos, en los que la estrategia fue la de los *equipos interdisciplinarios*. Conviene preguntar ¿Fueron [y son] estas relaciones entre saberes y especialistas "equitativas" y neutrales? Al menos hasta los años noventa, tambaleaba fácilmente la idea de que todos los saberes, de manera neutral, tuvieran la misma importancia y protagonismo en sus aportes sobre las TIC, la educación y la formación de los sujetos. Lo mostrado hasta ahora por las posiciones es que unas tenían ventajas sobre otras, en razón de la posesión y dominio de las aplicaciones tecnológicas y la proximidad al discurso de las políticas estatales y económicas, básicamente. Al parecer, el sueño del *equipo interdisciplinar*, parece más bien aludir a la introducción (o reforzamiento) de una suerte de división del trabajo en el campo educativo y pedagógico. Dado que no solo los profesores de escuela, sino también la pedagogía y las teorías educativas fueron rotuladas estratégicamente como "tradicionales y obsoletas", desde el discurso y afán por "lo nuevo" y la innovación", con lo cual su participación "interdisciplinar" aparece, predominantemente y en el mejor de los casos, como la de agentes terciarios, multiplicadores, destinatarios y aplicadores finales.

## Referencias


1. Álvarez, A.: *Los medios de comunicación y la sociedad educadora. ¿Ya no es necesaria la escuela?* Magisterio, Bogotá (2003)
2. Bourdieu, P., 1995, Las reglas del arte. Génesis y estructura del campo literario. Barcelona, Anagrama.
3. Álvarez, A.: *Los medios de comunicación y la sociedad educadora. ¿Ya no es necesaria la escuela?* Magisterio, Bogotá (2003)
4. Phillips, J.; González, R.: El potencial educativo de una red de difusión informática. Serie monografías. Secretaria de Informática, Presidencia de la República de Colombia, (1985)
5. Hernández, A.: Revolución informática... Colombia busca ser actor. *Revista Sistemas,* No. 14, pp. 9-22, (1983)
6. Rueda, F.: Investigación sobre informática educativa: experiencias del grupo de informática educativa –UNIANDES, *Boletín de Informática Educativa*, Vol.1, No.1, pp. 59-63, (1988)
7. Hernández, A.: Revolución informática... Colombia busca ser actor. *Revista Sistemas,* No. 14, pp. 9-22, (1983)
8. Universidad del Valle, http://comunicacionsocial.univalle.edu.co/origen.html. Accedido el 25 de noviembre de 2009

9. Bayona, C.: Comunicación y desarrollo –Mesa redonda de IPAL *Signo y Pensamiento*, Vol. 7, No. 10, pp. 153-158 (1987)
10. Muñoz, G.: Las nuevas tecnologías de comunicación en el sistema educativo colombiano. *Signo y Pensamiento*, Vol. 7, No. 10, pp. 77-93 (1987)
11. Muñoz, G.: Énfasis profesional en comunicación educativa. *Signo y Pensamiento*, Vol.7, No. 13, pp. 173-190 (1988)
12. Muñoz, G.: Énfasis profesional en comunicación educativa. *Signo y Pensamiento*, Vol.7, No. 13, pp. 173-190 (1988)
13. Mockus, A.; Hernandez, C.; Granes, J.; Castro, M.; Charum, J.: Federici, C.: La reforma curricular y el magisterio. *Revista Educación y Cultura*, No. 4, pp. 65-88 (1982)
14. Mockus, A.: Pedagogías, escritura e informática. En: Gómez, V. (Ed) *Educadores e internet. Promesas, dilemas y realidades*, Colciencias, Bogotá, pp. 103-154 (1988)
15. Henao, O.: *Valor diagnóstico de algunos factores lingüísticos frente al aprendizaje de la lecto-escritura*, Universidad de Antioquia, Medellín (1987)
16. Henao, O.: *Computadores y aprendizaje. Logo como herramienta de aprestamiento para el desarrollo cognitivo y la lecto-escritura en niños con problemas de aprendizaje*, Universidad de Antioquia, Medellín (1987)
17. González, L.: La computación de información en los sistemas educativos de América Latina y el Caribe. *Revista de Tecnología Educativa*, Vol. 10, No. 1, pp. 55-61 (1987)
18. Santamaría, P.; Molina, A.: Logo en el colegio El Retiro. *Boletín de Informática Educativa*, Vol.2, No.3, pp. 223-234, (1989)
19. Santamaría, P.; Molina, A.: Logo en el colegio El Retiro. *Boletín de Informática Educativa*, Vol.2, No.3, pp. 223-234, (1989)
20. Ochoa, M.: Los docentes y las nuevas tecnologías de la información. En: Gómez, V. (Ed) *Educadores e internet. Promesas, dilemas y realidades,* Colciencias, Bogotá, pp.189-214 (1988)

# Evolução do Sistema de Avaliação de Cursos no Brasil

Maria Izabel Cavalcanti Cabral

Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ
BR 230 Km 22, 58053-000, João Pessoa – PB - Brasil
izabel@unipe.br

**Resumo.** Este artigo reporta-se aos cursos de graduação da área de Computação e Informática no Brasil. Ressaltam-se as ofertas desses cursos nos últimos anos e a abrangência do sistema de avaliação de cursos, ainda em processo de consolidação.

**Abstract.** This paper focuses on computer undergraduate courses in Brazil. It is showed the evolution of the offering of these courses in the last years as well as the reach of the course evaluation system, yet in consolidation process

**Keywords:** Cursos de Graduação da área de Computação e Informática, Diretrizes Curriculares, Avaliação de Cursos.

## 1 Introdução

A Ciência da Computação, com pouco mais de 50 anos, estando alicerçada em tecnologias emergentes e em constante desenvolvimento, exige contínuos investimentos para a consolidação de seus princípios, fundamentes e metodologias. No Brasil, país emergente, com dimensões continentais e em franco desenvolvimento, os cursos superiores desenvolvem papel preponderante na formação de recursos humanos. Muito da história da Computação no País pode ser escrita acompanhando a evolução dos cursos superiores da área. O livro "Trajetória de Cursos de Graduação da Área de Computação e Informática: 1969 -2006" [1] é um resgate da história da Computação no Brasil, sob a ótica dos cursos de graduação. Este livro constitui-se uma referência única pelo fato de registrar fatos e acontecimentos que estavam guardados nas memórias de docentes e pesquisadores partícipes dessa história.

Esse artigo dá continuidade a esse resgate, reportando-se aos cursos de graduação da área de Computação e Informática no Brasil e focando no sistema de avaliação de cursos em vigor. Ressaltam-se a abrangência e a operacionalidade desse sistema e apresentam-se estatísticas de avaliações referentes ao ano de 2008.

O restante deste artigo é organizado da seguinte forma: a seção 2 destaca a Lei de Diretrizes e Bases da Educação no Brasil que ampliou e flexibilizou a educação no País, em seguida, apresenta um breve histórico dos cursos da área de Computação e Informática, apresentando dados que mostram a evolução dos cursos, por categoria, para o período 1996 a 2008; a seção 3 apresenta a evolução do sistema de avaliação de cursos no Brasil; a seção 4 introduz o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) realizados nos anos de 2005 e 2008 e o Conceito Preliminar de Curso, em vigor desde 2007 e, a seção 5 apresenta considerações gerais sobre este sistema de avaliação e sobre as perspectivas para os cursos da área.

## 2 Cursos da área de Computação e Informática

Em 1996 foi promulgada a Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) [2]. Essa Lei permitiu novas modalidades de cursos em todas as áreas do conhecimento e, entre outras disposições: reformulou a educação profissional; extinguiu os currículos mínimos; estendeu a autonomia didático-científica das universidades, permitindo a elas, entre outras atribuições, fixar os currículos dos seus cursos e programas, observando as diretrizes gerais pertinentes, e tornou obrigatórias as avaliações de cursos e de instituições de ensino superior, respectivamente, para fins de renovação de reconhecimento e para fins de recredenciamento.

A abertura propiciada pela LDB exigiu a definição de novas políticas direcionadas para a expansão da oferta de cursos no ensino superior e para a avaliação de cursos e de instituições de ensino superior, de forma a acompanhar novas demandas educacionais.

Sob o ponto de vista da LDB, pode-se resumir a história dos cursos de graduação no Brasil, em cenários que antecedem e que sucedem esta Lei.

### - Cenário antes de 1996

Os primeiros cursos superiores da área de Computação foram criados no final da década de 60, quando algumas universidades adquiriam computadores, iniciando assim, a formação de recursos humanos e nível superior na área. Não havia apoio governamental para a criação ou para a manutenção de cursos de graduação plena (bacharelados) na área de Computação. As universidades tinham liberdade de escolher as denominações desses cursos. No início da década de 70, o governo federal investiu em programas de desenvolvimento de recursos humanos, exclusivamente voltados para a criação de cursos superiores de tecnologia de curta duração, para atender emergencialmente o mercado de trabalho.

Os cursos superiores de tecnologia, também conhecidos como Cursos Tecnólogos em Processamento de Dados, proliferaram a partir do início dos anos 70, eram bastante semelhantes aos cursos de Análise de Sistemas existentes. Esses cursos, regidos por um currículo mínimo, eram considerados terminais, i.e., não permitiam o acesso à pós-graduação *stricto sensu*. No entanto, por representarem a grande maioria dos cursos da área de Computação no País, muitas universidades, que ofereciam cursos de pós-graduação, contrariando a legislação vigente, aceitavam egressos desses cursos [1].

### - Cenário após 1996

Coube ao Conselho Nacional de Educação a deliberação das Diretrizes curriculares para os cursos de graduação. Seguem recomendaçoes desse Conselho para para as formulaçoes das Diretrizes Curriculares Nacionais de cada área [3]: *"1. conferir maior autonomia às instituições de ensino superior na definição dos currículos de seus cursos, a partir da explicitação das competências e das habilidades que se deseja desenvolver, através da organização de um modelo pedagógico capaz de adaptar-se à dinâmica das demandas da sociedade, em que a graduação passa a*

*constituir-se numa etapa de formação inicial no processo contínuo da educação permanente;"2. propor uma carga horária mínima em horas que permita a flexibilização do tempo de duração do curso de acordo com a disponibilidade e esforço do aluno;"3. otimizar a estruturação modular dos cursos, com vistas a permitir um melhor aproveitamento dos conteúdos ministrados, bem como a ampliação da diversidade da organização dos cursos, integrando a oferta de cursos seqüenciais, previstos no inciso I do art. 44 da LDB;"4. contemplar orientações para as atividades de estágio e demais atividades que integrem o saber acadêmico à prática profissional, incentivando o reconhecimento de habilidades e competências adquiridas fora do ambiente escolar; e"5. contribuir para a inovação e a qualidade do projeto pedagógico do ensino de graduação, norteando os instrumentos de avaliação.*

O processo de construção das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para cada área foi conduzido pela Secretaria do Ensino superior do Ministério da Educação e Cultura (SESu/MEC). As DCNs da área de Computação foram divulgada em 1999, estendendo o nome da área para "Computação e Informática" [4]. Foi então proposto um número limitado de denominações, a saber, os cursos bacharelados - Ciência da Computação, Engenharia de Computação e Sistemas de Informação, os cursos de licenciatura e os cursos superiores de tecnologia. As instituições do ensino superior com cursos e denominações diferentes das mencionadas foram orientadas para adequarem as denominações dos seus cursos e respectivos conteúdos a essas diretrizes.

Conforme as DCNs da área, não há consenso quanto à diferença de perfil entre os cursos denominados de Ciência da Computação e de Engenharia de Computação. Normalmente, a diferença está na aplicação da ciência da computação e no uso da tecnologia da Computação: os cursos de Engenharia de Computação visam a aplicação da ciência da Computação e o uso da tecnologia da Computação, especificamente, na solução dos problemas ligados a automação industrial. Muitos cursos de Engenharia de Computação visam, também, a aplicação da física e eletricidade na solução dos problemas da automação industrial. Os cursos de Ciência da Computação se possuírem uma formação complementar em automação industrial não diferem muito dos cursos de Engenharia de Computação.

Os cursos de Sistemas de Informação visam à formação de recursos humanos para automação dos sistemas de informação das organizações. Esses cursos reúnem a Tecnologia da Computação e a Tecnologia da Administração e, portanto, possuem, de ambas as áreas, um enfoque pragmático forte e pouco teórico. São recursos humanos importantes para atender as necessidades do mercado de trabalho corrente.

Os cursos de Licenciatura em Computação visam formar recursos humanos para projetar sistemas de software para educação a distancia; formar recursos humanos para projetar software educacional, e formar educadores para o ensino de Computação em instituições que introduzem Computação em seus currículos, como matéria de formação. Finalmente, os cursos de tecnologia, de curta duração, visam atender necessidades emergenciais do mercado de trabalho.

Em 2002 foram instituídas as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a organização e o funcionamento dos cursos superiores de tecnologia [5]. Conforme essas diretrizes, "A educação profissional de nível tecnológico, integrada às diferentes formas de educação, ao trabalho, à ciência e à tecnologia, objetiva garantir aos

cidadãos o direito à aquisição de competências profissionais que os tornem aptos para a inserção em setores profissionais nos quais haja utilização de tecnologias". Em 2006, o MEC disciplinou o oferecimento desses cursos criando o Catálogo Nacional de Cursos Superiores de Tecnologia, disponível pela Internet através do seu portal [6]. Esse catálogo é passível de alterações para melhor atender as necessidades emergenciais do mercado de trabalho.

A educação superior também oferece os cursos seqüenciais por campo de saber, de diferentes níveis de abrangência, abertos a candidatos que atendam aos requisitos estabelecidos pelas instituições de ensino, desde que tenham concluído o ensino médio ou equivalente. Os cursos superiores seqüenciais não são cursos de graduação, embora sejam cursos superiores. Esses cursos apresentam-se em duas modalidades: Cursos Superiores de Formação Específica, que oferecem diploma, e Cursos Superiores de Complementação de Estudos, que oferecem certificados.

**- Currículos de Referência**

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC), através de grupos de trabalho, tem investido em propostas de currículos de referência os cursos da área de Computação e Informática (Ciência da Computação e Engenharia de Computação, Sistemas de Informação, Licenciatura e cursos superiores para a Educação Profissional). Um dos grupos de trabalho, Avaliação de Cursos de Graduação, discute a qualidade e o sistema de avaliação de cursos de graduação, com o objetivo de abordar questões relevantes aos processos de avaliação de cursos, levantando problemas, apontando soluções e apresentando recomendações para discussão e apreciação da comunidade da SBC.

Anualmente, esses grupos apresentam no Congresso da SBC os resultados dos seus trabalhos. Informações detalhadas sobre esses trabalhos encontram-se no portal da SBC [7].

**- Evolução dos Cursos de Graduação**

Nos últimos anos, estatísticas com os dados dos cursos da área de Computação e informática têm sido divulgadas no portal da SBC. Os dados são obtidos do censo da educação superior, realizado anualmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, vinculado ao Ministério da Educação e Cultura (INEP/MEC). Seguem estatísticas relacionadas aos cursos da área, na modalidade presencial.

A figura 1 mostra a distribuição dos cursos por categoria, em 2008, abrangendo 2.042 cursos. Observa-se que o maior percentual de cursos corresponde aos cursos de tecnologia (44,42%) seguido pelos cursos de Sistemas de Informação (26,35%). Na seqüência, estão os cursos de Ciência da Computação (16,06%). Os cursos com menores ofertas são Engenharia de Computação (4,55%) e Licenciatura em Computação (3,82%), seguidos pelos cursos com outras denominações (2,69%) e os cursos de Engenharia de Software (0,5%).

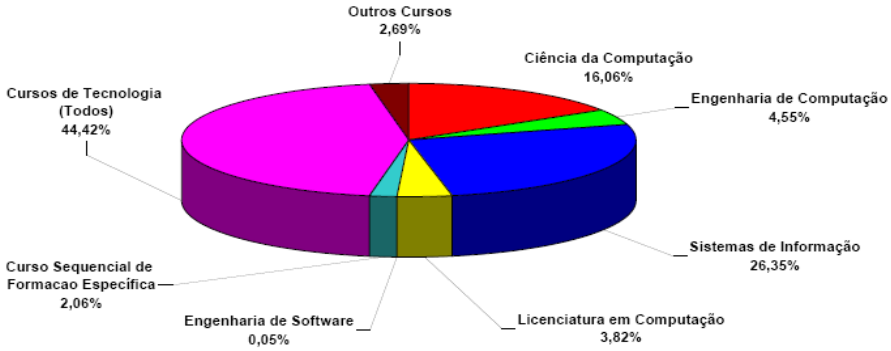



**Fig. 1.** Distribuição dos Cursos por Categoria

A figura 2 mostra a distribuição dos cursos superiores por ano e por categoria de curso. Dados do censo mostram um crescimento de cerca de 20% em 2008, em relação a 2005.

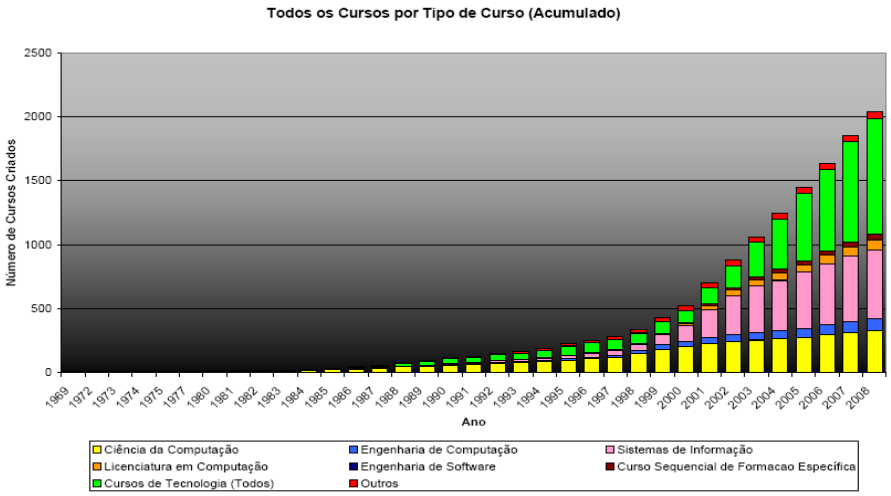



**Fig. 2.** Distribuição dos Cursos por Ano e por Tipo de Curso

Nessa figura podem-se identificar períodos nos quais as ofertas de alguns cursos são mais pronunciadas. Considerando períodos de 4 (quatro) anos, a partir de 1996, observam-se quantidades mais expressivas para os cursos de Ciência da Computação, no entanto, no final desse período, observa-se que o ritmo de crescimento desses cursos diminui e que este ritmo cresce mais expressivamente para os cursos de Sistemas de Informação, cuja oferta apresenta-se majoritária no período 2000 a 2004.

Nos últimos quatro anos, 2004 a 2008, observa-se crescimento menos acentuado na oferta dos cursos de Sistemas de Informação e crescimento mais expressivo na oferta dos cursos superiores de tecnologia.

Algumas constatações associam-se às variações quantitativas das ofertas dos cursos nos períodos referenciados: antes da publicação das DCNs da área de Computação e Informática, os cursos existentes convergiam, em sua maioria, para os bacharelados em Ciência da Computação e para cursos Tecnólogos. A partir de 1999, com a publicação dessas Diretrizes, os requisitos para a criação de novos cursos foram mais favoráveis aos cursos de Sistemas de Informação, entre outros motivos, por não se apresentarem restrições quanto ao turno de oferecimento e quanto à organização acadêmica da instituição de ensino superior. Outro fator favorável foi a abertura do mercado de trabalho para os egressos desses cursos.

A partir de 2002, com a instituição das Diretrizes Curriculares Nacionais específicas para os cursos superiores de tecnologia, esses cursos foram ofertados em maior escala, quando comparados com os demais cursos, entre outros fatores, pelo seu status de curso de graduação de curta duração e por apresentaram facilidades que permitiam a inserção rápida de profissionais no mercado de trabalho (as cargas horárias mínimas para os cursos superiores de tecnologia e para os cursos bacharelados são de 2.000 e de 3.000, respectivamente).

## 3 O Sistema de Avaliação de Cursos

Antes de 1996, ano marco na educação superior do Brasil, apenas se esboçavam as discussões acerca da qualidade do ensino superior. Destaque para o Programa de Avaliação Institucional das Universidades Brasileiras (PAIUB), uma iniciativa histórica no contexto de se disciplinar a prática da avaliação no ensino superior [8]

Nos anos que se seguiram a 1996, o disposto na LDB quanto à renovação de reconhecimento, obrigaram o governo federal a disciplinar e a operacionalizar as novas políticas de avaliações de cursos e de instituições de ensino superior. As periodicidades impostas para os reconhecimentos dos cursos e para os recredenciamentos das instituições de educação superior impuseram mudanças significativas nos processos avaliativos de cursos e de instituições de ensino, exigindo avaliações internas (autovaliações) e externas, essas últimas realizadas por comissões de avaliadores, credenciadas pelo MEC. Iniciavam-se, então, transformações para ampliar e disciplinar o sistema de avaliação da educação superior no País, de forma integrada, direcionadas para os alunos, os cursos e as instituições de ensino.

No período de 1996 a 2003 foi dado destaque ao Exame Nacional de Cursos (ENC), conhecido como Provão e a Avaliação das Condições de Oferta de Curso. O Provão foi aplicado aos formandos, com o objetivo de avaliar o processo de ensino-aprendizagem dos cursos. A repercussão desse exame, a nível nacional, foi grande. A idéia de avaliar o aluno, no final do curso, era nova e suscitou discussões com destaques na mídia nacional.

A Avaliação das Condições de Oferta de Curso de Graduação foi uma ação da Secretaria de Educação Superior do Ministério da educação e Cultura (SESu/MEC), que visava avaliar os cursos de graduação submetidos ao Provão. Essa avaliação abrangia à qualificação de seu corpo docente, a sua organização didático-pedagógica e as suas instalações, tanto as físicas quanto as especiais, como laboratórios,

equipamentos e bibliotecas. Para operacionalizar essas avaliações a SESu constituiu Comissões de Especialistas de Ensino Superior, constituída por profissionais com titulação *stricto sensu* e experiência acadêmica expressiva em suas áreas de atuação [1].

A Comissão de Especialistas de Ensino Superior da área de Computação e Informática (CEEInf) teve participação ativa no sistema de avaliação de cursos, coordenando a proposta das Diretrizes Curriculares Nacionais da Área e propondo indicadores e padrões de qualidade para os cursos, que foram incorporados ao primeiro instrumento de avaliação implantado por esta Comissão. Esse instrumento englobava quatro grupos de indicadores: Corpo Docente, Plano Pedagógico, Infra-Estrutura e Desempenho do Curso [9]. Ressalta-se que este instrumento de avaliação serviu de modelo para as demais comissões de especialistas.

A CEEInf interagia continuamente com o corpo de consultores que avaliava os cursos de graduação para fins de autorização/reconhecimento. Essa Comissão entendia que não cabia ao MEC, no processo avaliativo, incluir serviços de consultoria às IES e viu na Sociedade Brasileira de Computação o ambiente ideal para desenvolver o conceito de qualidade de ensino. Desta forma, a SBC passava a dividir com o MEC a responsabilidade de provocar, nas IES, as transformações necessárias para oferecer um ensino de qualidade: enquanto à SBC cabia a responsabilidade de trabalhar, junto às IES, o conceito de qualidade de ensino, ao MEC cabia a responsabilidade de avaliar esta qualidade. Para determinar as transformações necessárias nas IES, visando o oferecimento de um ensino qualidade, a CEEInf sugeriu à SBC o oferecimento de Cursos de Qualidade dirigidos às IES. A partir de 2001, os Cursos de Qualidade passaram a integrar os Congressos da SBC.

A CEEInf investia na transparência nos processos de avaliação, com a publicação dos relatórios das avaliações realizadas, que permitia a sociedade conhecer os melhores cursos e obter estatísticas, importantes sobre as avaliações realizadas.

As Comissões de Especialistas do Ensino Superior foram extintas em 2002 quando novas políticas governamentais para a avaliação do ensino superior começaram a ser implantadas. Ainda nesse ano, um novo instrumento de avaliação de curso foi implantado e o sistema passou a se chamar Avaliação das Condições de Ensino. As avaliações de curso para fins de autorização continuaram com a SESu e as avaliações de curso para fins de reconhecimento e de renovação de reconhecimento passaram a ser realizadas pelo INEP, usando um instrumento de avaliação único para todos os cursos. Esse instrumento de avaliação foi discutido pela comunidade de Computação e Informática no Congresso da SBC em 2002 e foi motivo de uma moção, contrária ao instrumento único.

Em 2003, intensificaram-se as discussões sobre a proposta de um novo sistema de avaliação. Em 2004, na forma de Lei, foi instituído o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES). Nesse novo sistema, os processos avaliativos são coordenados e supervisionados pela Comissão Nacional de Avaliação da Educação Superior (CONAES) e sua operacionalização é de responsabilidade do INEP/MEC [10].

O SINAES integra a Avaliação Institucional, a Avaliação dos Cursos de Graduação (ACG), que substituiu a Avaliação das Condições de Ensino, e a avaliação discente através do Exame Nacional do Desempenho do Estudante (ENADE), que substituiu o Provão.

Em 2006 foram regulamentados pontos da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e a Lei do SINAES, fazendo a conexão entre ambas. Entre as alterações importantes trazidas no processo de reconhecimento e renovação do reconhecimento dos cursos registram-se a incorporação do ENADE, a extensão aos conselhos profissionais da possibilidade de manifestação ao longo do processo, e a reorganização de competências internas do MEC. As avaliações de cursos e de IES foram centralizadas no INEP, ficando o reconhecimento de cursos, a cargo das Secretarias de Educação Superior (SESu/MEC) e de Educação Profissional e Tecnológica (SeTec/MEC), e o credenciamento das instituições, a cargo do Conselho Nacional de Educação (CNE). Ainda nesse ano, foi publicado um instrumento Único de Avaliação de Cursos de Graduação para o reconhecimento e renovação de reconhecimento dos cursos de Bacharelado, Licenciatura e Tecnológicos, nas modalidades presencial e à distância [1].

Em 2008, esse instrumento único foi substituído por instrumentos de avaliação específicos, a saber: para fins de reconhecimento de curso, um instrumento único para os cursos de bacharelado e de licenciatura e outro instrumento, para cursos superiores de tecnologia. Para fins de renovação de reconhecimento, um instrumento único para todas as modalidades de curso.

## 4 O Exame Nacional do Desempenho do Estudante e o Conceito Preliminar de Curso

O Exame Nacional do Desempenho do Estudante (ENADE), como parte do SINAES tem por objetivo aferir o desempenho dos estudantes em relação aos conteúdos programáticos previstos nas diretrizes curriculares dos respectivos cursos de graduação, às suas habilidades para ajustamento, às exigências decorrentes da evolução do conhecimento e às suas competências para compreender temas exteriores ao âmbito específico de sua profissão, ligados às realidades brasileira e mundial e a outras áreas do conhecimento.

A avaliação do ENADE incluiu grupos de estudantes selecionados por amostragem, os quais se encontravam em momentos distintos de sua graduação: um grupo – considerado ingressante – que se encontrava no final do primeiro ano e outro grupo – considerado concluinte – que estava cursando o último ano. Os dois grupos de estudantes foram submetidos à mesma prova.

O ENADE foi operacionalizado por meio de dois instrumentos: um questionário e uma prova. A finalidade da aplicação do Questionário de Avaliação Discente da Educação Superior foi a de compor o perfil dos estudantes, integrando informações do seu contexto às suas percepções sobre a IES. A prova apresentou um componente de avaliação da formação geral comum aos cursos de todas as áreas e um componente específico de cada área.

As notas dos estudantes são restritas a eles. Os relatórios do ENADE, direcionados aos cursos e às instituições de ensino. são públicos e disponíveis pelo portal do INEP [12]. Esses relatórios mostram a participação do estudante em todas as questões do exame e do questionário socioeconômico. As estatísticas apresentadas permitem comparar o desempenho dos estudantes a nível regional e nível nacional.

Em 2005, no primeiro ciclo do SINAES (2004 a 2006), participaram do ENADE os estudantes dos cursos dos bacharelados Ciência da Computação, Engenharia de

Computação e Sistemas de Informação. Nesse ano foram avaliados estudantes de 685 cursos.

Em 2008, no segundo ciclo do SINAES (2007 a 2009), participaram os estudantes dos cursos bacharelados que participaram do ENADE 2005 e os alunos dos cursos superiores em Análise e Desenvolvimento de Sistemas e em Redes de computadores. Nesse ano foram avaliados estudantes de 1.224 cursos, assim distribuídos: 809 bacharelados (Ciência da Computação, Sistemas de Informação e Engenharia da Computação), 252 cursos superiores de tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas e 163 cursos superiores de tecnologia em Redes de Computadores.

A figura 3 mostra a distribuição dos conceitos obtidos no ENADE de 2008. Nesse exame participaram 47.459 estudantes, sendo 18.798 concluintes e 28.661 ingressantes, correspondendo a aproximadamente 68% e 80%, respectivamente, do universo de alunos da área. Observa-se que predominou o conceito 3 (três) para os cursos bacharelados e para o curso superior de tecnologia em Redes de Computadores. Para o curso superior de tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas predominou o conceito 2, seguido pelo conceito 3.

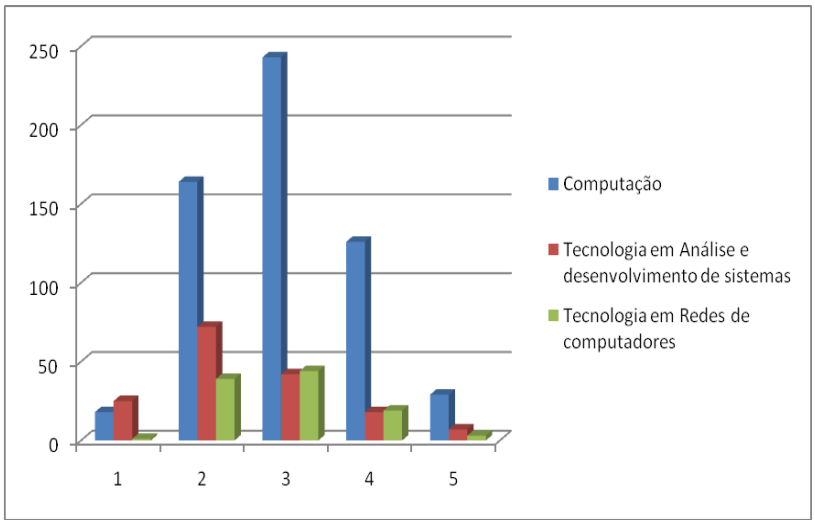



**Fig. 3.** Distribuição dos conceitos do ENADE 2008

**- Questionário Socioeconômico**

Em 2008, esse questionário abrangeu 115 questões relativas ao perfil dos estudantes e outras referentes à sua percepção sobre a instituição. Seguem exemplos de algumas questões referentes ao perfil socioeconômico dos estudantes e percentuais obtidos em 2008 e em 2005.

Esses dados permitem conhecer a evolução de indicadores importantes para a definição de políticas de formação de recursos humanos no País.

- Renda familiar mensal entre 3 e 10 salários mínimos (R$ 1.246,00 até R$ 4.150,00): 47,35% (59,8% em 2005).

Estudantes que não trabalham / nunca exerceram atividades remuneradas: 42,27% (64,4% em 2005).

- Estudantes que dedicam de três a cinco horas semanais aos estudos, além das aulas: 42,27% ( 28,9% em 2005).

- Estudantes que cursaram todo o ensino médio em escola privada: 55,80% (54,2% em 2005).

**- O Conceito Preliminar de Curso**

A partir de 2007, início do segundo ciclo avaliativo do SINAES (2007 a 2009), as avaliações dos cursos de graduação passaram a ser dependentes do Conceito Preliminar de Curso (CPC), com valores variando numa escala de 1 (conceito mínimo) a 5 (conceito máximo).

Cursos com CPC igual ou menor a 2 (dois), necessariamente, seriam avaliados por comissões in loco. Cursos com conceitos superiores a 2 (dois) poderiam requerer, opcionalmente, esta avaliação. Caso aceitassem o CPC, este seria considerado o conceito final do curso.

O CPC tem como base o Conceito do ENADE, o Indicador de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado (IDD) e as variáveis de insumo [12]. O IDD é a diferença entre o desempenho médio do concluinte de um curso e o desempenho médio esperado para os concluintes desse mesmo curso. Esse índice representa, portanto, quanto cada curso se destaca da média, podendo ficar acima ou abaixo do que seria esperado para ele, considerando o perfil de seus ingressantes. As variáveis de insumo – que considera corpo docente, infra estrutura e programa pedagógico - é formado com informações do Censo da Educação Superior e de respostas do questionário socioeconômico do ENADE.

Em 2008, 686 cursos tiveram seus CPCs calculados e divulgados no portal do INEP. A figura 4 mostra a distribuição dos CPCs pra essa amostra. Observa-se que a maioria dos cursos (53%) obteve o conceito 3. O percentual de conceitos 2 foi expressivo (30%). Apenas 3% dos cursos obtiveram conceito 5 (máximo). Para essa amostra de cursos, obrigatoriamente, 315 dos cursos devem ser avaliados por comissões *in loco*.

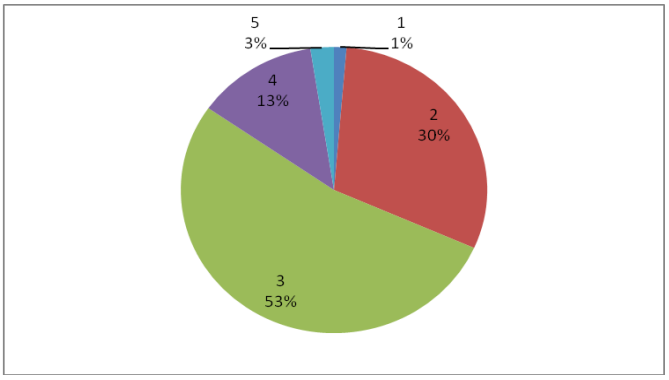



**Fig. 4.** Distribuição dos Conceitos Preliminares de Curso em 2008

## 5 Considerações Finais

Esse trabalho focou a LDB como marco relevante na educação superior no Brasil, viabilizando a abertura de novos cursos na área de Computação e Informática e exigindo a formulação de novas políticas para a avaliação da qualidade dos cursos.

O sistema de avaliação de cursos da área de Computação e Informática no Brasil é exclusivamente estatal. O Governo centraliza a regulação, avaliação e supervisão dos cursos e das instituições de ensino superior.

A operacionalização do SINAES ainda não está consolidada. A área de Computação e Informática, com registro 2.042 cursos em 2008 exige grandes investimentos para a realização do ENADE e para a realização das avaliaçoes *in loco*. A partir de 2007, com a consolidação do CPC, essas avaliações por comissões tiveram expressiva redução. Dados de 2008 apontaram em uma amostra de 686 cursos com CPCs atribuídos, 31 % dos cursos tiveram conceitos menores ou iguais a 2 (dois) reduzindo, para esse percentual, a quantidade dessas avaliações.

As discussões acerca de novas propostas para o ensino de graduação na área de Computação e Informática e suas formas de avaliação continuam. Os grandes desafios apresentados para a área suscitam reflexões quanto aos perfis de profissionais que estamos formando e da manutenção da centralização do Estado nos processos avaliativos no ensino superior. Espera-se, da sociedade, uma participação ativa no processo de definição e de operacionalização das políticas para um ensino superior de qualidade, que forme profissionais com perfis não somente para atender as necessidades emergenciais do mercado de trabalho, como também para alavancar os desenvolvimentos científico e tecnológico no País.

## Referências


1. Cabral, M.I.C. et al. A Trajetória dos Cursos de Graduação da área de Computação e Informática: 1969-2006. Rio de Janeiro: SBC, 2008. 136 p.
2. Brasil. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 dez. 1996.
3. CNE. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. Resolução n. 03 de 18 de dezembro de 2002 – Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a organização e o funcionamento dos Cursos Superiores de Tecnologia. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 dez. 2002.
4. Brasil. Ministério da educação. Diretrizes Curriculares da área de Computação e Informática. 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/index.php?option=com_content&task=view&id=753>. Acesso em: 05 de jun. 2010.
5. CNE. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. Parecer n.: 67 de 11 de maro de 2003 - Referencial para as Diretrizes Curriculares Nacionais – DCN dos Cursos de Graduação. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 02 jun. 2003.
6. Brasil. Ministério de Educação e Cultura. Catálogo Nacional de Cursos Superiores de Tecnologia. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/setec. Acesso em: 05 de jun. 2010.
7. SBC. Sociedade Brasileira de Computação. Educação: Grupos de Trabalho. Disponível em: < http://www.sbc.org.br/index.php?language=1&subject=28. Acesso em: 05 de jun. 2010.

8. PAIUB. Programa de Avaliação Institucional (PAIUB). Publicado em UNIVERSIA – BRASIL em 08/ de fevereiro de 2002. Disponível em: <http://www.universia.com.br/html/materia/materia_bag.html>. Acesso em: 05 de jun. 2010.
9. CEEINF. Comissão de Especialistas de Ensino de Computação e Informática. Disponível em: <http://www.inf.ufrgs.br/mec/ceeinf.comissao.html>. Acesso em: 05 de jun. 2010.
10. Brasil. Lei n. 10.861, de 14 de abril de 2004. Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 15 abr. 2004
11. Brasil. Decreto n. 5.773, de 09 de maio de 2006. Dispõe sobre o exercício das funções de regulação, supervisão e avaliação de instituições de educação superior e cursos superiores de graduação e seqüenciais no sistema federal de ensino. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 mai. 2006.
12. Brasil. INEP/MEC. Portal. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/superior/censosuperior/default.asp>. Acesso em: 05 de jun. 2010.

# Testemunho de uma Vida Entremeada com a Política Nacional de Informática de 1970 a 1990

Jorge Monteiro Fernandes[1]

## 1. Introdução: Espírito do Tempo

Tomei consciência do valor e importância da inovação e domínio de capacidade tecnológica quando trabalhei no Programa Espacial Brasileiro, de 1971 a 1972, ao conceber e desenvolver a primeira carga útil lançada ao espaço brasileiro, em 1974. Capacidade inovadora não apenas gera riqueza, renda e postos de trabalho que incluem, mas também poder econômico e militar. Nenhum povo ascendeu às primeiras posições de relevo geopolítico sem esta capacidade. A vivência no Grupo gerador da Política Nacional de Informática contribuiu para confirmar esta assertiva e ampliar minha consciência cidadã.

A crise do petróleo, ao impor ao governo o controle dos gastos em moeda forte e eleger atores responsáveis por esta missão, abre oportunidade ao Conselho da - Capre, da Secretaria de Planejamento da Presidência da República (atual Ministério do Planejamento), de fazer política tecnológica em proveito de iniciativas nacionais. Ao ingressar no Conselho Plenário da Capre encontrei Ivan da Costa Marques, Mário Dias Ripper, Ricardo Saur, Dion de Mello Teles, Octávio Genari, Arthur Pereira Nunes... Fui atraído pelo grupo nacionalista, face ao posicionamento em proveito de desenvolvimento de capacidade inovadora nacional, mas convivia bem com todos. Em várias universidades e no Serpro existiam desenvolvimentos de produtos, alguns colocados no mercado. Essa conjuntura e a existência de idealistas no Conselho, denominados "guerrilheiros tecnológicos" por Adler [1], estudioso do processo, geram verdadeira revolução que explica o atual volume e qualidade das empresas e profissionais de TIC no cenário nacional [2].

## 2. O /32 da IBM: a "Virada de Mesa" no Planalto

A Capre ao ser designada gestora de "bolsa de dólares", criada em decorrência da crise de petróleo de 1973, passou a agir dando prioridade às iniciativas nacionais, tais como o G10; outros tanto utilizando o Z80; e alguns produtos gerados em Departamento do Serpro. A empresa nacional Cobra já operava. A IBM, consciente das ameaças decorrentes dessas iniciativas e ações dos "guerrilheiros tecnológicos", abrigados em grande parte na Capre, agiu estrategicamente ao fazer uso indevido de Guias Genéricas (uso previsto para suprir necessidades de manutenção) para importar e montar alguns computadores de pequeno porte, denominado /32, e os comercializar com instituições capazes de pressionar o governo, como o Ministério do Exército. Esta ação ameaçava às iniciativas nativas. O Conselho Plenário da Capre, com a intenção de negar autorização de comercialização do Sistema /32 da IBM e na falta de instrumentos legais que pudessem sustentar essa negativa, buscou apoio no Conselho de Desenvolvimento Econômico – CDE. A 17 de janeiro de 1977, o CDE emitiu a Resolução nº 05, estabelecendo os aspectos prioritários a serem observados no estabelecimento de projetos industriais na área de computação. As articulações se intensificam.

A estratégia deu certo!

Em maio de 1977, por convocação do então Ministro Reis Veloso, a quem se subordinava a Capre, realizou-se reunião no Palácio da Alvorada, com o propósito de discutir o conflito Capre X IBM com os integrantes do Conselho Plenário. Ao chegar ao Palácio do Planalto, conversei com o Ivan sobre a reunião e disse-me ele que apenas eu teria condições políticas de "enfrentar" o Ministro Veloso. Eu tinha informação segura da importação e montagem dos /32 pela IBM e que a mesma estava em posição forte perante o Governo. Para ter tempo de "sentir" a reunião, sentei-me à posição central da mesa, pois dificilmente seria um dos primeiros a falar. Abrindo a reunião, o Ministro declara que ouviria a posição de cada um dos integrantes e, após, se reuniria com os ministros que tinham representantes no Conselho.

[1] Engº. Eletrônico, formado pelo ITA, Conselheiro do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Distrito Federal – CREA-DF, consultor - monteirofernandes@uol.com.br; www.jorgemfernandes.com.br

Tomando consciência que o processo proposto concedia situação privilegiada ao Veloso frente aos demais ministros, ao chegar a minha vez de expor, falei: - *Ministro, evidentemente não ponho em dúvida suas intenções, no entanto, o ministro do EMFA, Gen. Samuel Alves Corrêa, a quem represento neste Colegiado, instruiu-me a solicitar reunião similar com a presença de todos os ministros aqui representados. Assim, todos terão a oportunidade de ouvir "ao vivo" os argumentos de todos os membros do Conselho, o que permitirá a tomada de decisão em condição mais equânime.* Acabara de mentir, mas era a única maneira de ganhar tempo e mudar o curso dos fatos. O Ministro registrou com fala e gestos o impacto da minha proposta; e respondeu: - *Realmente é boa a sua sugestão, irei conversar com os demais ministros para marcar essa reunião.* Chegando ao EMFA, dirigi-me ao gabinete do Ministro. Ao entrar, disse-lhe: – *Ministro, acabo de mentir na reunião com o ministro Veloso*. - *Cel. Fernandes, o que o levou a faltar com a verdade? - Tem cinco minutos? - Sim.* Coloquei-o a par da reunião e de todo o contexto que me levara a mentir. Ao final, disse-lhe:

- *O Senhor tem duas alternativas quando o ministro Veloso ligar. Endossa a minha mentira ou me desautoriza e, consequentemente, me retira do Conselho da Capre e me pune.*
- *Endosso a sua posição.*
- *Ministro, além de confirmar a minha mentira deve agir estratégica e elegantemente para obter maior influência no processo.*
- *Por exemplo?*
- *Concedendo entrevista sobre o tema e daí em diante tem que ser mais pró-ativo no processo.*

O Ministro entrou em contato com o jornal O Globo, tendo sido marcada entrevista ao jornal e à TV. Dias depois, ao chegar o jornalista Ismar Cardona, editor econômico do O Globo, chamou-me ao seu gabinete. Lá chegando, disse-me que era eu quem daria a entrevista e poderia falar o que quisesse. Dei a entrevista para o jornal O Globo, no dia 4 de junho de 1977. A publicação ocorreu no dia seguinte com a seguinte chamada, na 1ª página - *Computadores: EMFA explica sua posição, na página 35 com alteração do verbo para justifica.* A entrevista para o jornal da TV Globo ocorreu dias depois, ás 23 horas. A reunião com todos os ministros se deu na casa do ministro Veloso, na Vila Planalto. A primeira parte com a presença dos ministros e seus representantes no Conselho; após, durante almoço, a segunda só com os ministros. Ao voltar da reunião, o Gen. Samuel me chamou, relatou a reunião-almoço e comunicou que o ministro Veloso iria fazer proposta para resolver o impasse com a IBM. Passados alguns dias, o Gen. Samuel chamou-me e disse:
- *A decisão do Veloso é não dizer "não" a IBM, mas "sim" a outras iniciativas; ocupar o mercado com produtos nacionais em seis meses; e não poderia haver monopólio por empresa nacional.*
- *Ministro, estas condições conspiram contra o modelo, pois o prazo dado é exíguo e o Veloso sabe disto. Além do mais, distorce o modelo! Ganha, mas não leva! Existe espaço para negociar estas condições? - Infelizmente, não. Faça o que for possível. Mantenha-me informado.*

Como só existia a COBRA, foi necessária a edição pelo Conselho Plenário da CAPRE, a 1º de junho, da Resolução nº. 01/77, pela qual se aceitou, no prazo de 90 dias, propostas para fabricação de minicomputadores. Os critérios sob os quais as propostas foram analisadas constavam da Resolução nº. 05/77 do CDE, que serviu de suporte à da CAPRE. A conjuntura era adversa e pode ser descrita de forma sucinta: a única empresa nacional, a COBRA, além de deficitária, não desfrutava de posição relevante no mercado; empresas multinacionais operavam livremente no País, algumas inclusive com unidades fabris há décadas aqui instaladas, e a empresa e seus produtos desfrutavam de boa imagem; eram escassos os recursos humanos, em todos os níveis, para o setor de informática; o *G-10* necessitava de mais desenvolvimentos para ser colocado no mercado. Alguns desses óbices poderiam ter sido contornados por meio de uma política de longo prazo. O critério político estabelecido de o mercado ser atendido em seis meses impôs o abandono de soluções que careciam de prazo maior para maturação. Foram entregues à CAPRE quinze projetos, sete deles de empresários nacionais "comprando tecnologia", duas associações entre empresário nacional e estrangeiro e seis de multinacionais sozinhas, dentre essas a IBM. O compromisso não escrito dessas empresas com a CAPRE fora de que a compra de pacote tecnológico completo seria feita uma única vez. Isto não ocorreu! Surge a RESERVA DE MERCADO sem planejamento estratégico, mas como uma resposta tática a uma ação da IBM e por imposição política de solução fadada ao insucesso. Ao assumir a Presidência da República em 1990, Collor encerrou à Reserva de Mercado.

## 3. O SOX, Joint-Venture Brasil, China e Rússia: a Pressão Norte-Americana

De 1987 a 1990, trabalhava na Cobra Computadores e o seu presidente era Ivan da Costa Marques.
Assim que o SOX desenvolvido pela Cobra teve sua conformidade com UNIX, reconhecida formalmente pela empresa inglesa X-Open, a Academia de Ciências Russa, entrou em contato com a Cobra para que fosse

transportado o SOX para máquina RISC desenvolvida por eles. Pois, face ao controle do fluxo tecnológico realizado pelos USA, não tinham acesso à arquitetura Unix, a melhor àquele tempo. Foi assinado Acordo entre a Academia Russa e a Cobra, dentro de um pré-existente que dava abrigo a aditivos. Por força desse Acordo foram recebidos na Cobra três desenvolvedores russos. No correr dos trabalhos, surgiu oportunidade de criar uma empresa tendo por sócios a Cobra, a Academia Russa e de uma empresa chinesa com o propósito comercializar o SOX no mercado internacional. Entrou-se em contato com a Agência ABC do Ministério de Relações Exteriores - MRE e com o Serviço Nacional de Informações - SNI, os quais aprovaram a iniciativa. Durante o andamento do processo, Ivan, presidente da Cobra, informou-me que havia sido convidado pelo cônsul norte-americano para um almoço. Conversamos ao telefone sobre o tema e lhe pedi que, após o encontro, me relatasse o ocorrido. Ivan, após a realização do almoço, informou-me:

*- O cônsul declarou conhecer as ações em curso de criação da empresa internacional com os russos e os chineses e que o governo dos USA era contra; portanto, a iniciativa deveria ser abortada imediatamente; caso contrário iria atuar por outras vias.*

De posse das informações passadas por Ivan, fui ao encontro do Gen. Ivan de Souza Mendes do SNI. Em reunião no Palácio do Planalto, relatei-lhe o almoço havido entre Ivan, presidente da Cobra, e o cônsul norte-americano, bem como o Acordo com a Rússia envolvendo o SOX e as negociações em curso de criação da empresa internacional envolvendo também os chineses. Além disto, fiz alguns comentários sobre o controle do fluxo tecnológico feito pelo USA. Dei como exemplo a comercialização do computador Cobra 1.000, produto de origem norte-americana comercializado no Brasil sob licença, que carecia de autorização do Departamento de Estado Norte Americano para concretizar a venda. O Gen. Ivan ouviu tudo atentamente. Ao final pediu-me para que colocasse em documento o que lhe relatara inclusive o controle do fluxo tecnológico. Ao recebê-lo, o encaminharia ao Presidente Sarney.
Passado alguns dias, entreguei ao Gen. Ivan o documento solicitado. Ao recebê-lo, informou-me que me chamaria, assim que tivesse a posição do presidente Sarney. Passados alguns dias, fui ao Palácio do Planalto. Ao chegar, o Gen. Ivan comunicou-me que o presidente decidira "não afrontar os USA", portanto, todas as ações em curso para a criação da empresa internacional deveriam ser encerradas. De forma irritada, manifestei o meu desagrado e disse-lhe:

*- Isto é um retrocesso, representa renuncia à soberania e prejudica o futuro do Brasil no setor de software. - Estou consciente disto, mas não temos a VI Frota!*

Despedi-me agradecendo seu empenho. As ações de criação da empresa internacional foram abortadas. Perdeu-se excelente oportunidade de colocar no mercado internacional produto de ponta desenvolvido por brasileiros.

## 4. Desenvolvimento Nacional – Alguns Eventos Inusitados

Em 1978, quando Conselheiro da Capre, fui convidado a comparecer à Agência do SNI, localizada em Brasília. Fui recebido por duas pessoas, as quais me inquiriram sobre relatório que havia apresentado em reunião da Capre. Após expor os fundamentos do voto, perguntei se fora convidado a prestar esclarecimentos por ter negado pleito de empresa norte-americana, por razões ideológicas. Ambos negaram ter sido este o raciocínio. Após esse fato, enquanto membro do Conselho, passei a enviar cópia de todos os meus relatórios e votos para o SNI. Certa feita, quando perguntado, disse que o envio tinha por intenção não mais ser necessário comparecer ao SNI para esclarecer minhas posições.
De outra feita, tinha sido autorizado pelo Ministro-Chefe do EMFA, Gen. Samuel Alves Corrêa, a participar como debatedor em evento abordando a Política de Informática da Capre, no Congresso Nacional. Na véspera, recebi ligação telefônica de pessoa, que se apresentou como sendo do SNI, para comunicar que eu não deveria comparecer ao evento. Informei-lhe que estava autorizado por meu chefe, o Ministro, portanto, só ele poderia cancelar minha participação. Passados alguns minutos, recebi ligação de outra pessoa do mesmo órgão e com o mesmo propósito; dei a mesma resposta que dera anteriormente. Na tarde do mesmo dia, o Gen. Samuel chamou-me ao seu gabinete para comunicar que estava cancelada a minha participação como debatedor. Manifestei minha estranheza e argumentei – "o evento é público, de iniciativa do Parlamento para debater a Política desenvolvida pela Capre; o represento no Conselho da mesma; recebi sua autorização ao ser convidado; e do folder distribuído consta minha participação. Ao final das ponderações, e não ter obtido sucesso, comuniquei-lhe que iria cumprir sua "nova ordem". Compareci ao Parlamento na data e hora previstas. Lá chegando, comuniquei à Coordenação o veto. Ao ser indagado por um jornalista se era verdade o que ouvira da Coordenação e se poderia publicar, respondi-lhe que sim. Foi publicado em manchete no jornal O Globo – *"Major Fernandes foi proibido de falar no congresso pelo SNI"*. Ao ser chamado pelo Ministro, confirmei que dera a informação do veto do SNI e autorizara a publicação. Em 1977, quando faleceu o professor da Escola Superior de Guerra - ESG, à época subordinada ao EMFA, que todo ano fazia palestra sob o título -"*Ciência, tecnologia e Poder Nacional"*, no curso "A" da Escola Nacional de Informações -

EsNI, também subordinada ao EMFA, o Ministro-Chefe me indicou para substituir o falecido. Fui ao seu encontro e ponderei: – *Ministro não tenho o curso da ESG, nem da EsNI e recentemente tive alguns conflitos profissionais com o SNI. Acha conveniente fazer esta indicação? - Na minha avaliação, no momento, não teria outro com preparo suficiente que pudesse fazer a palestra. Além disto, não existem restrições a sua participação*. Fiz a palestra por cinco anos consecutivos. Estas me habilitaram a publicar, em 1980, artigo de mesmo título, na revista Dados e Idéias do Serpro. Como é a vida! Este foi o primeiro trabalho, de minha lavra, publicado. Gostei tanto que não mais parei de escrever.

## 5. Origem da Secretaria Especial de Informática - SEI

Máquinas de criptografia suecas eram utilizadas por órgãos governamentais. Em 1978, vazamentos de informação em comunicações do Ministério de Relações Exteriores – MRE levaram a criação do Projeto Prólogo, visando ao desenvolvimento de máquina criptográfica nacional. Em julho de 1978, fui designado suplente do representante do EMFA no Projeto Prólogo. Ao surgir dificuldades para comprar alguns componentes no mercado norte- americano, causando dificuldades para cumprir o cronograma ou até mesmo concluir o projeto, imaginaram transformar a Capre em "biombo" facilitador do Projeto Prólogo. Em janeiro de 1979, dentro de convênio entre o Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq, o SNI e o MRE, com o objetivo de construir a solução "biombo", foram ouvidas pessoas envolvidas nos processos da Capre. Muitos dos convidados, ao chegar à Brasília, faziam contato comigo buscando informação sobre o contexto da iniciativa. Como também era membro do Conselho da Capre e não fora convidado, decidi ir ao encontro do Ministro do EMFA, a quem relatei o que sabia a respeito das entrevistas que estavam sendo realizadas pelo GT. Ao final, disse-lhe o seguinte: - *Tendo em vista que estou na Ativa e sou membro do Conselho Plenário da Capre e tenho conhecimento das entrevistas já realizadas pelo GT e, até este momento, não fui entrevistado, peço Conselho de Justificação. Pois estes fatos indicam estar eu sob suspeita, portanto, quero conhecer as razões e apresentar minha defesa.* Passados alguns dias desse diálogo, a 27 de abril de 1979, fui incluído no GT na condição de representante do EMFA. O GT era Subordinado ao General Venturini, Ministro-Chefe do Conselho de Segurança Nacional - CSN, e coordenado pelo Cel. Fernandes do Exército, Chefe de Gabinete do Gen. Venturini. A seguir, consegui incluir no GT Ricardo Saur, que era funcionário da Capre. Esse trabalho deu origem a SEI, a 08 de outubro de 1979, subordinada ao Gen. Venturini.
Ainda em outubro de 1979, o Octávio Genari, à época presidente da Empresa de Processamento de Dados de São Paulo - Prodesp, convidou-me para ir ao seu encontro em São Paulo. Lá chegando, estava reunido com Yoneji Masuda, coordenador do projeto Computópolis do Japão. A seguir, conversamos. Foi quando Genari me comunicou que fora convidado pelo Gen. Venturini para dirigir a SEI e que tinha aceitado. Perguntou-me se poderia contar comigo nesse desafio; respondi que sim. Assim que chegou a Brasília, almoçamos no Hotel Nacional e me convidou para ser o número dois da SEI. Aceitei o convite e marcamos um novo encontro no CSN. Dias depois, nos encontramos no CSN; poucos minutos após ter início a reunião, Genari foi chamado à sala do Cel. Fernandes, do Exército. Ao retornar, me informou que eu tinha sido vetado para ser o seu segundo. Poucos dias depois, o Cel. Joubert, do Exército, foi designado para a função. Joubert era do SNI e tinha trabalhado no Projeto Prólogo. Ou seja, a SEI foi ocupada pelo SNI como planejado desde o início. O "Biombo" estava pronto! As máquinas criptográficas nacionais foram construídas. A criação da SEI resulta na saída de cena de quase todos os principais atores ativos da Capre.

## 6. Conclusão

Havia competência técnica para gerar conhecimento tecnológico e transformar este em produtos de mercado. A jejunidade do grupo nos fez apostar ser possível construir uma indústria nacional nas condições impostas. Alguns empresários nacionais foram parceiros outros não tanto. A sociedade brasileira e os agentes públicos não estavam maduros no trato de temas relacionados com conhecimento estratégico e geopolítico, bem como com ciclo virtuoso – Ciência, Tecnologia e Inovação colocada no mercado - de geração de riqueza, renda e postos de trabalho.

Poder de qualquer natureza se conquista com capacidade, trabalho, uma dose de sorte e ousadia!

**REFERÊNCIAS**

1. Adler, Emanuel, *Ideological "guerrillas" and the quest for technological autonomy: Brazil's domestic computer industry*, International Organization 40, 3 Summer 1986, by the Massachusetts of Techonology and the World Peace Foundation.

2. Vainsencher, Anamárcia, Valor Econômico Especial - Tecnologia & Inovação, jun/jul 2010.

# Primeros egresados de las carreras de Grado y Posgrado de la Facultad de Ingeniería (UDELAR-Uruguay).

M. E. Urquhart[1], L. Bermúdez[2] y J. J. Cabezas[3]

[1] Instituto de Computación
Facultad de Ingeniería, UDELAR.
Email: urquhart@fing.edu.uy
[2] Departamento de Historia
Facultad de Humanidades - UDELAR.
Email: marialaurabermudez@gmail.com
[3] Instituto de Computación
Facultad de Ingeniería, UDELAR.
Email: jcabezas@fing.edu.uy

**Resumen** Desde su creación a finales del siglo XIX, y hasta la segunda mitad del siglo XX, la Facultad de Ingeniería se concentra principalmente en la formación de ingenieros, con un perfil netamente profesionalista. La situación comenzó a cambiar gradualmente a partir de la segunda mitad del siglo XX.
En 1967 se creó el Centro de Computación de la Universidad de la República (CCUR), precursor del hoy llamado InCo, Instituto de Computación de la Facultad de Ingeniería de la UDELAR, importante dinamizador de la actividad científica de la Facultad.
En 1992, La Facultad conmemoró los 100 años de la primera promoción de ingenieros en el Uruguay. En ese evento, y de forma simbólica, se entregó el primer diploma de posgrado emitido por la Facultad. Los nuevos tiempos estaban bien representados: lo recibió una mujer, Ingeniera en Computación, docente del Instituto de Computación.
En este trabajo, se presentan algunos de los cambios producidos en los egresos de la Facultad de Ingeniería de la UDELAR, Uruguay, a partir de la incorporación de la Computación como disciplina y durante la segunda mitad del siglo XX.

## 1. Introducción

El siglo XX ha sido un tiempo de profundas modificaciones en los sistemas universitarios, en el mundo y particularmente en Uruguay.

La secuencia tan intensa de cambios sociales, culturales y científicos de este siglo, no podía dejar de conmover a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (Uruguay), creada a finales del siglo XIX.

El Ing. Ezequiel Sánchez González [1] escribe: *"Si bien la Universidad de la República fué instalada el 18 de julio de 1849,a recién la ley de Educación*

*Secundaria y Superior del 14 de Julio de 1885 estableció, entre las facultades integrantes de aquel organismo, la Facultad de Matemáticas y Ramas Anexas".* Su Ley Orgánica había sido aprobada el 14 de octubre de ese mismo año; la precedieron en la Universidad de la República, la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales y la de Medicina y Ramas Anexas.

La Facultad tenía un carácter estrictamente profesionalista, orientado principalmente a la formación de ingenieros. Los discursos de la época confirman aquella orientación.

El plan de estudios fué promulgado el 19 de febrero de 1887 y los cursos se iniciaron un año después, el 1 de marzo de 1888 [1], [2]; se otorgaban títulos de Ingeniero, Arquitecto y Agrimensor. En 1915, la Facultad se escindió en dos: la Facultad de Ingeniería y Ramas Anexas (actualmente llamada Facultad de Ingeniería) y la Facultad de Arquitectura.

En 1944, en un extenso informe [3], Vicente García opina que la enseñanza de la ingeniería en el Uruguay debiera seguir ajustándose a las dos grandes ramas existentes: 1) la ingeniería civil con el estudio de las redes viales, del saneamiento y el regadío), y 2) la ingeniería industrial orientado a examinar, manejar y proyectar máquinas.

A la vez propone empezar a diseñar dos nuevas líneas o carreras, empezando con ingeniería electro-mecánica para luego seguir con ingeniería química dandole una orientación industrial.

En "Nuestros Ingenieros" [4], Mario Coppetti presenta la biografía de los socios de la Asociación de Ingenieros del Uruguay, desde 1892 hasta 1942; los títulos nacionales de los ingenieros corresponden a egresados de las ramas civil e industrial de la UDELAR, y los títulos de ingeniero electricistas son revalidados.

En este contexto y a principios del siglo XX, la investigación científica no se encontraba entre las principales actividades de la Facultad; los programas de posgrado no integraban la oferta de carreras del momento.

Durante el siglo XX, se produjeron varios acontecimientos académicos importantes que impulsaron el desarrollo de un ámbito científico en la Facultad de Ingeniería. De ellos, señalaremos los siguientes:

1. La fundación del Instituto de Matemática y Estadística, creado por el Profesor Ingeniero Rafael Laguardia en 1942.
2. La instalación de la Facultad, con sus institutos y laboratorios, en el "flamante local de Julio Herrera y Reissig" [5] en 1949. Este hecho ha de permitir acentuar la tendencia al desarrollo de la investigación científica en esa casa de estudios.
3. La creación del Centro de Computación de la Universidad de la República (CCUR) en 1967, creación impulsada por el propio Laguardia y el Rector Ingeniero Oscar Maggiolo [6]. El CCUR es el antepasado directo del actual Instituto de Computación de la Facultad de Ingeniería.
4. El egreso de los primeros posgraduados en 1992, de los cuales el primero corresponde al título de "*Magister en Informática*".

En 1992, en un acto de conmemoración de los 100 años de la primera promoción de ingenieros en el Uruguay, se entregó en forma simbólica el primer diploma de posgrado de la Facultad. Los nuevos tiempos estaban bien representados: lo recibió una mujer, Ingeniera en Computación, docente del Instituto de Computación.

En este trabajo, se recuerdan los primeros ingenieros de 1892 y los primeros posgraduados de 1992, destacando y confirmando con datos complementarios, algunos de

los cambios producidos por la incorporación de la Computación a la Facultad de Ingeniería durante la segunda mitad del siglo XX.

## 2. 1892: los primeros ingenieros.

La primera promoción de ingenieros se produjo en 1892. Luego de haber realizado una carrera de cuatro años de duración, egresan con el título de Ingeniero cuatro estudiantes que constituyen los primeros ingenieros nacionales y que son [4]:

1. Eduardo García de Zúñiga, Ingeniero de puentes y caminos, cuya tesis se titula "Un viaducto metálico". Presidía el tribunal de examen el Rector de la Universidad de la República, Dr. Alfredo Vázquez Acevedo.
2. Pedro Magnou, Ingeniero Civil.
3. Manuel S. Milans, Ingeniero Civil.
4. José Serrato, Ingeniero de puentes y caminos, cuya tesis se titula "Proyecto y Anteproyecto de carreteras".

Los egresos de la Universidad eran un gran acontecimiento social, "*Toga y birrete integraban el atuendo ceremonial exigido por la Universidad de la República para la colación de grados entre 1850 y 1924"*, escribe J. Varela en la Gazeta Universitaria [7].

En lo que respecta al egreso de los primeros ingenieros uruguayos comenta Ezequiel Sánchez en [1]: *"La primera colación de grados tuvo lugar con motivo de los festejos del IV centenario del descubrimiento de América, fecha que es tradicionalmente conmemorada todos los años por los egresados de Matemática y de su filial la actual Facultad de Ingeniería y ramas Anexas".* El acto de colación de 1892 se realiza en el Teatro Solís, allí reciben su título de Ingeniero, Eduardo García de Zúñiga, Pedro Magnou y José Serrato.

Un siglo después, en 1992, la Facultad de Ingeniería revivió esa tradición conmemorando el centenario de la primera colación de grados de 1892 en el mismo lugar [7].

## 3. 1992: 100 años de Ingeniería en Uruguay.

El acto de conmemoración de los 100 años de los primeros egresados de ingeniería se realizó el 23 de octubre de 1992, a las 11 horas, en el Teatro Solís de la ciudad de Montevideo.

El lugar elegido por el Consejo de la Facultad y su Decano, el Dr Ing. Rafael Guarga, no era casual: el Teatro Solís es un centro cultural emblemático del Uruguay desde 1856 y fue el mismo lugar elegido en 1892 para festejar la primera colación de grado.

Durante el evento, se evocaron las primeras décadas de la Facultad y se recordó la vida y obra de sus primeros tres egresados: José Serrato, Eduardo García de Zúñiga y Pedro Magnou.

El acto finalizó con la entrega, por parte del Decano Dr. Ing. Rafael Guarga del Diploma de la Maestría en Informática, del PEDECIBA-UDELAR, a la Ingeniera Patricia Peratto, docente del Instituto de Computación.

Los símbolos en este acto, reflejaban con claridad los grandes cambios de la Facultad

en un siglo:

- los primeros egresados eran hombres y con títulos de las ingenierías clásicas.
- la primera egresada de posgrado era una mujer y recibía un título de posgrado de un área joven de la ingeniería.

La pregunta que surge inmediatamente es:
¿La primera magister de la Facultad, representaba efectivamente la realidad a finales del siglo XX, o fue una simple casualidad?

Una primer respuesta a esta pregunta se puede obtener observando a la totalidad de los primeros egresados de posgrados en 1992:

1. Patricia Peratto, docente del Instituto de Computación. El título de su tesis es "Course-of-values recursion in Martin-Löf's Type Theory", su defensa fue el 5 de diciembre de 1991. El tribunal estuvo integrado por Walter Ferrer, Herman Steffen, Juan José Cabezas y Jorge Vidart.
2. Paula Severi, docente del Instituto de Computación. El título de su tesis es "The meaning of type", su defensa fue el 5 de diciembre de 1991. El tribunal estuvo integrado por Enrique Cabaña, Herman Steffen, Juan José Cabezas y Jorge Vidart.
3. Raul Ruggia, docente del Instituto de Computación. El título de su tesis es "Manipulación de Esquemas de Bases de Datos para el Modelo de Datos de C++", su defensa fue el 2 de octubre de 1992. El tribunal estuvo integrado por Herman Steffen, Juan José Cabezas y Jorge Vidart.
4. Guillermo Calderón, docente del Instituto de Computación. El título de su tesis es: "A resolution rule for Martin-Löf's logical framework", su defensa fue el 28 de diciembre de 1992. El tribunal estuvo integrado por Nora Szasz, Alvaro Tasistro, Juan José Cabezas y Jorge Vidart.
5. Eduardo Giménez, docente del Instituto de Computación. El título de su tesis es: "A command for inductive sets in ILF", su defensa fue el 28 de diciembre de 1992. El tribunal estuvo integrado por Nora Szasz, Alvaro Tasistro, Juan José Cabezas y Jorge Vidart.
6. José Cataldo, docente del Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental. El título de su tesis es: "Simulación física de flujos tipo capa límite atmosférica", su defensa fue el 31 de diciembre de 1992. El tribunal estuvo integrado por Rodolfo Gambini, Julio Borghi, Rafael Guarga y César Farrel.

De los seis egresados surgen dos tendencias a destacar:

- Las maestrías en Computación se presentan de forma mayoritaria (5 en 6).
- Para una Facultad de fuerte tradición masculina, la presencia de la mujer es importante en los programas de posgrado (2 en 6).

De todos modos, tratándose de un número muy pequeño de egresados y de los comienzos de los programas de posgrado de la Facultad, es conveniente observar el cuadro de la Tabla 1, que muestra los egresos de los programas de maestría de la Facultad en el período 1998-2007.

Tabla 1 - Egresados de Maestrías (1998-2007).

| | Mujeres | | Hombres | | Totales | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Area | Cantidad | % | Cantidad | % | Cantidad | % |
| Ing. Computación* | 10 | 11.2 | 41 | 46.0 | 51 | 57.2 |
| Ing. Eléctrica | 0 | 0.0 | 17 | 19.2 | 17 | 19.2 |
| Ing. Química | 4 | 4.5 | 4 | 4.5 | 8 | 9.0 |
| Ing. Ambiental | 2 | 2.2 | 4 | 4.5 | 6 | 6.7 |
| Ing. Mec. Fluídos | 1 | 1.1 | 3 | 3.4 | 4 | 4.5 |
| Ing. Matemática | 0 | 0.0 | 3 | 3.4 | 3 | 3.4 |
| Totales | 17 | 19.0 | 72 | 81.0 | 89 | 100.0 |

Fuentes: Bedelía de la UDELAR [8] y Area de Informática del PEDECIBA.
(*) Se considera la Maestría en Informática (PEDECIBA-UdelaR) y la Maestría en Ingeniería en Computacion (Fac. Ing. UdelaR).

En este cuadro se puede visualizar, de forma más confiable, algunas tendencias relevantes:

1. A finales del siglo XX, el Instituto de Computación es el principal productor de diplomas de maestría (57 % del total).
2. Al final del siglo XX, cerca de un quinto de los egresados de las maestrías de la Facultad son mujeres (19 % del total). Más de la mitad (10 en 17) son egresadas del área de Computación.

## 4. Conclusiones

La Facultad de Ingeniería se fue adaptando -durante el siglo XX- a los grandes cambios sociales y tecnológicos de la época.

De una Facultad basada principalmente en las ingenierías civil e industrial, se evolucionó a una Facultad donde las áreas más dinámicas están relacionadas con las Tecnologías de la Información (TI) y, en particular, con la Computación.

Por su parte, el rápido desarrollo de los programas de posgrado a finales del siglo XX, refleja la creciente dinámica de desarrollo de grupos de investigación en la Facultad. Para finales del siglo XX, la producción de ingenieros, aun siendo importante, ya no es el único objetivo de la Facultad.

Los cambios sociales del siglo XX también se observan en la Facultad de Ingeniería: de una facultad de hombres a principios del siglo XX, nos encontramos con una facultad mixta a finales del mismo siglo. En este aspecto, también, la Computación ha jugado un rol fundamental.

Estos cambios son parte de un proceso que, seguramente, continuará desarrollándose en el siglo XXI.

Sin embargo, el Instituto de Computación deberá prestar especial atención al tema de la incorporación de la mujer en las carreras de grado del área.

Quizás el acceso de las mujeres a los estudios en Computación aun es escaso y segun la tendencia mundial, al parecer, este número tiende a disminuir.

En Beijing, 1995, la Conferencia Internacional de la Mujer ([9]) realizó las siguientes declaraciones: *"Debería potenciarse el papel de la mujer mejorando sus conocimientos*

*teóricos y prácticos y su acceso a la tecnología de la información, lo que aumentará su capacidad de luchar contra las imágenes negativas que de ella se ofrenden a escala internacional y de oponerse a los abusos de poder de una industria cada vez más importante".*

Finalmente, y a modo de conclusión general, creemos que la historia del Instituto de Computación de la Facultad de Ingeniería (UDELAR - Uruguay) muestra que con dificultades pero con éxito, las áreas jóvenes y la mujer han logrado posicionarse en lugares de avanzada en la ingeniería uruguaya.

## Referencias


1. Ezequiel Sánchez, *"Un esbozo de una historia de la Facultad de Matemáticas y Facultad de Ingeniería"*, en Temas de la Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Uruguay, Año I, Nro. 1, pp 79, septiembre 1992.
2. José Luis Massera, *"Los orígenes y el desarrollo de la escuela uruguaya de matemáticas"*, en *http : //www.cmat.edu.uy/massera/de/interciencias.html* , UDELAR, mayo 2010.
3. Vicente García, en *Boletín de la Facultad de Ingeniería* , vol II, Nro. 6, Año IX, julio 1944.
4. Mario Coppetti, *"Nuestros Ingenieros"*, en Publicaciones de la Asociación de Ingenieros del Uruguay, julio 1949.
5. Juan Oddone y Blanca París, *"Los estudios de Ingeniería"*, en Temas de la Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Uruguay, Año I, Nro. 1, pp 77, septiembre 1992.
6. L. Bermudez, J.J. Cabezas, M. E. Urquhart, *"De Clementina al e-mail: una aproximación a la historia de la computación de la Universidad de la República, Uruguay"*, en Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe:Investigaciones y testimonios, 1a ed., Río Cuarto, Argentina, Universidad Nacional de Río Cuarto, 2009, pp. 57-67, ISBN 978-950-665-573-0.
7. Julio Varela, *"Cien Años de Solidaridad, La Ingeniería Nacional de 1892 a 1992"*, en Gaceta Universitaria, Año VI, Nro. 1, Universidad de la República, Uruguay, noviembre 1992.
8. Bedelía de la Universidad de la República, *"'Egresados por año"*, en *http : //www.fing.edu.uy/bedelia/ingenieria.html* , UDELAR, mayo 2010.
9. Declaración y Plataforma de Acción de Beijing, *"IV Conferencia Internacional de las Naciones Unidas sobre la Mujer"*, Beijing, China, 1995.

# Norma Lijtmaer: Una Pujante Trayectoria

Manuel Imaz. PhD.

Consultor Independiente
BlendMind. Madrid. España
imaz@mac.com

**Resumen** El testimonio presentado se refiere al rol que tuvo Norma Lijtmaer en relación con la informática, en general, y en especial con su desarrollo en la Argentina, con el papel que jugó en la creación y desarrollo de la ESLAI (Escuela Superior Latinoamericana de Informática). Los comienzos se remontan al año 1963, como programadora en el INdeR (Instituto Nacional de Reaseguros) y continuó como analista de sistemas en IBM Argentina, becaria del CNUCE (Centro Nazionale Universitario di Calcolo Elettronico) en Pisa, la Laben en Milán y su retorno a Pisa, ahora al Istituto Elaborazione dell'Informazione, integrado en el CNR, desde donde se destacó por su apoyo a la creación y al funcionamiento de la ESLAI, consiguiendo la donación, por parte de Olivetti, de un grupo de computadoras, así como también la participación, a su lado, de otros destacados profesores de informática italianos en el dictado de cursos.

**Palabras clave:** Escuela Superior Latinoamericana de Informática (ESLAI), Instituto de Cálculo, Centro Nazionale delle Ricerche (CNR), Norma Lijtmaer, Manuel Sadosky, Rebeca Guber

**Abstract.** The aim of this paper is to bear witness of the role played by Norma Lijtmaer in relation to computer science, in general, and particularly with its development in Argentina, with her role played in the creation and functioning of the ESLAI (High Latin-American School of Informatics). The beginnings go to the initial job as a programmer in INdeR (Instituto Nacional de Reaseguros) and continued as a system analyst at IBM Argentina, received a fellowship from the CNUCE (Centro Nazionale di Calcolo Elettronico) in Pisa, continued at Laben in Milano and finally returned to Pisa, to the Istituto Elaborazione dell'Informazione, where she got an important role supporting the creation and functioning of ESLAI, making possible the offering by Olivetti of a set of computer, as well as her participation with other prominent Italian professors in teaching courses.

**Key words:** Escuela Superior Latinoamericana de Informática(ESLAI), Instituto de Cálculo, Centro Nazionale delle Ricerche (CNR), Norma Lijtmaer, Manuel Sadosky, Rebeca Guber

## 1. Introducción

El problema principal, cuando encaramos un estudio de caso o un testimonio sobre una persona o evento, es el peligro de que dicho estudio o testimonio quede aislado de su contexto histórico y no resulten visibles las vinculaciones con otros sucesos que hayan sido causa o efecto del evento objeto de estudio.

Al preparar este artículo, me ha resultado evidente que es necesario hacer un recorte más o menos arbitrario de la realidad y que al hacerlo estamos iluminando con un poderoso reflector partes de la escena oscureciendo al mismo tiempo otras. En particular, podemos mencionar que al vincular al personaje (Norma Lijtmaer) con una institución (ESLAI), intentamos limitarnos a esa relación pero en detrimento de otros personajes y determinaciones. Somos conscientes de que no hemos hecho justicia a todos los actores y circunstancias, pero los límites impuestos a este trabajo nos lo exigen.

La circunstancia de haber sido testigos de una determinada experiencia nos puede dar la sensación subjetiva de que estamos dando una versión *objetiva* de la realidad, pero los ejemplos de los múltiples testimonios de accidentes o hechos delictivos nos demuestran que percibimos esos hechos desde distintos puntos de vista (cognitivos, filosóficos, de valores, etc.) y que nuestras narraciones reflejan esas diferencias, aparte de las puramente perceptivas.

Otra cuestión importante relacionada con este tipo de testimonio es la tentación de realizar *biografías gloriosas* que, tal como nos advierte Rolando García, son una manera no muy válida de *hacer la historia*. [10]

De lo que se trata es de generar biografías a partir de trabajos históricos serios. La carencia de biografías es muchas veces la causa de que se cuente el pasado con los ojos del presente, es decir haciendo transposiciones anacrónicas, adjudicando a fechas ya pasadas conceptos que han surgido con posterioridad, motivaciones que no eran factibles en las fechas que estamos relatando o contextos históricos considerados como propicios para que fuera posible conseguir lo que históricamente ocurrió. O, como dice Rolando García:

> *De manera generalizada, se piensa que los que hemos hecho cosas fue porque tuvimos la oportunidad de hacerlas. De nueva cuenta, se considera que las condiciones de entonces fueron, a diferencia de ahora, favorables.* [10]

## 2. El Contexto de la Computación en la Argentina

En 1960 había en la Argentina cuatro computadoras: una IBM 305 Ramac, una Type 605 Ramac (instalada en Transportes de Buenos Aires) y las dos Univac SS90 de EFEA.

El 30 de junio de 1960 se creó la Sociedad Argentina de Cálculo (SAC) para promover y difundir las actividades de cálculo en empresas y universidades. Por otro lado, se había creado oficialmente, en 1962, el Instituto de Cálculo de la FCEyN, aunque funcionaba de hecho desde marzo de 1961, fecha en la que se

había instalado una computadora Mercury de Ferranti. [11], [14] Al frente de la SAC estaba como presidente el Dr. Manuel Sadosky y como secretaria la Dra. Rebeca Guber, al mismo tiempo que, como vocales, había representantes de diversas empresas. Pero tanto Manuel Sadosky como Rebeca Guber eran, respectivamente, el director y la jefa de servicio del Instituto de Cálculo.

En julio de 1962, el boletín de la SAC publica una referencia a unas Jornadas Nacionales de la Sociedad Argentina de Cálculo en las que se mencionan, aparte de la Mercury del Instituo del Cálculo, las computadoras con las que trabajaríamos:

> *...se visitaron las instalaciones de la División Mecanizada de la Empresa Ferrocarriles del Estado Argentino (EFEA) donde fue mostrado el funcionamiento de la UNIVAC SS90 de Remington Rand...*
>
> *...se realizó la visita a IBM World Trade Corporation. ...[donde se] realizó una descripción de un sistema comercial: la IBM 1401...* [6]

En el año 1963 se creó la carrera de Computación Científica en la FCEyN. Hay que recordar que hasta ese año no existían estudios universitarios de computación, y que la formación en programación sólo se recibía a través de los cursos que realizaban las empresas constructoras. Normalmente, los cursos de programación eran intensivos y se desarrollaban a lo largo de 40 horas en jornadas de 8 horas.

De acuerdo a Carnota, Factorovich y Pérez:

> *El perfil de la carrera [Computación Científica] respondía a la concepción del computador como una gigantesca calculadora, orientada a resolver complejos problemas de matemáticas, física o ingeniería, planeamiento de la producción o simulación de procesos. Por lo tanto se trataba de una carrera menor de unos 3 años y medio de duración, para formar auxiliares del trabajo científico que, junto a una fuerte cantidad de materias de matemáticas, tenía como orientaciones principales el cálculo numérico y la investigación operativa.* [7]

Se ha escrito bastante sobre las verdaderas intenciones que tenían las empresas –y en especial IBM– en arrimar a sus ingenieros de sistemas (así llamados por el origen de su formación, la de ingeniería y no porque estuvieran vinculados a lo que hoy conocemos –desde la conferencia de la NATO en 1968– por ingeniería de software) a los cursos que se dictaban en la FCEyN. Podemos señalar un artículo de Gregorio Klimovsky en el que destaca lo siguiente:

> *..algunas empresas no han hecho absolutamente nada para tratar de apropiarse de la carrera de matemática pura en la Facultad de Ciencias Exactas de Buenos Aires, pero sí en cambio se posesionaron de la carrera de computador científico, cambiándola de una carrera primitivamente destinada a formar matemáticos aplicados de muy alto nivel, no sólo en computación sino en todos los campos del cálculo numérico, en otra que*

> *sólo intenta formar un tipo de individuo que pueda conocer al dedillo algunas técnicas de programación y algunos catálogos de máquinas, ya que esto es lo único que les interesa a estas compañías. ...* [16]

.

En este punto quizás deberíamos matizar la opinión de Klimovsky, en el sentido de que:

- La carrera de Computación Científica tuviera que limitarse a formar matemáticos aplicados en computación y cálculo numérico. Aunque se había creado la carrera con un sesgo evidente de *calculistas* –sobre la cual el nombre elegido para el título no dejaba dudas– ya en el año 1971 existían elementos claros que mostraban que el *procesamiento de datos* evolucionaba también hacia el área de gestión de sistemas de información. Desde 1965 existían propuestas para reconvertir la carrera, por parte de egresados de la misma, en base a un plan de estudios para la Licenciatura en Computación. Estaba en consonancia con otros movimientos similares en el resto del mundo y existía, desde 1968, un currículum propuesto para *computer sciences* por parte de la ACM. [7]

- Era lógico que las empresas proveedoras de equipos se acercaran a la universidad para reclutar a sus especialistas. [7] La consecuencia principal era que, debido a la escasez de oferta y a la indisociabilidad del hardware y software, la formación impartida predisponía a preferir lo que se conocía, y la prueba la vemos cuando se decide la licitación para la compra de la computadora del Instituto de Cálculo en base al criterio de uno de los integrantes de la comisión de adjudicación, Simón Altmann que, tal como ha reconocido Sadosky, había sido una opinión decisiva *ya que era el único miembro del jurado que conocía una computadora.* [4] Debemos admitir, sin embargo, que Klimovsky apunta al hecho ideológico más relevante que fué la reorientación que realizó IBM en el perfil de la carrera de Computación Científica después de la intervención a la universidad de 1966. [7]

## 3. Norma Lijtmaer

### 3.1. Semblanza Personal

Mis primeros recuerdos de Norma se remontan al año 1964, en el patio de la FCEyN (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales) de la UBA (Universidad de Buenos Aires), en la calle Perú 222. Allí la conocí, en el contexto del curso de Sistemas de Procesamiento de Datos que seguíamos con el Ing. Juan Chamero para la carrera de Computación Científica. Ella "era como fue toda la vida: muy activa, entusiasta, dinámica, y claramente una personalidad con protagonismo en todo lo que hacía". [15] Teníamos una experiencia similar dado que, mientras Norma Lijtmaer había comenzado a trabajar como programadora en el año 1963 –luego de realizar un curso de programación en IBM– en el INdeR (Instituto

Nacional de Reaseguros), yo había completado un curso de programación en la Remington Rand sobre la Univac SS 90 hacia octubre de 1962 y comenzado a trabajar como programador en noviembre de ese mismo año en EFEA (Empresa Ferrocarriles del Estado Argentino).

La experiencia era similar no solamente porque ambos trabajáramos de programadores, sino porque veníamos de una deserción de nuestras respectivas carreras: Norma había cursado varios años en la Facultad de Ingeniería, mientras que yo había hecho los dos primeros años de la carrera de Ciencias Físicas en la FCEyN y tuve que dar prioridad al trabajo sobre los estudios.

Nuestra deserción había transcurrido hasta la creación de la carrera de Computación Científica y ese hecho motivó nuestro interés por retomar los estudios de una carrera que, en este caso, coincidía exactamente con la orientación profesional que habíamos iniciado.

Norma había tenido, en la Facultad de Ingeniería, una militancia destacada como afiliada de la Fede (Federación Juvenil Comunista). Durante la época de estudiante su militancia política la llevó muchas veces a arrojar volantes rodeada de un grupo de compañeros que, de esa manera, la protegían de la posible mirada de testigos incómodos. Estas acciones ocurrían en la antigua sede de la Facultad de Ingeniería de la UBA, en la avenida Las Heras, un viejo edificio que simula las características de una catedral gótica.

Según relataba, esta época de militancia le había formado el carácter y aportado una experiencia valiosísima que le sirvió a lo largo de toda su vida en las diversas actividades en las que tuvo que participar. Norma se destacaba por la "pasión con la que militaba, organizaba y se desempeñaba en las distintas actividades que emprendiera", aunque también hay que recordar que "arrasaba con sus adversarios", [17] pero eso no obstaba para que "mucha gente valorara su generosidad". [19]

Esas características eran consecuencia de aquellos años de militancia en la Fede, años en los que ella era una de las dos o tres únicas estudiantes mujeres de ingeniería. Y también desde esa época conservaba la amistad con Oscar Itzcovich (en la actualidad catedrático de la Universidad de Génova), Esteban Levialdi (decano y profesor de Sapienza, Universidad de Roma) y con Eduardo Ortiz (Profesor de Matemática y de Historia de la Matemática en el Imperial College, Londres).

### 3.2. Los Inicios

Fue a la vuelta de uno de esos encuentros en Europa vinculado a su actividad en la Federación Juvenil Comunista que Norma, decepcionada, renuncia a su afiliación; esa decisión se ve acompañada de la de abandonar la carrera de Ingeniería para comenzar a trabajar.

Sus intereses culturales eran, desde joven, muy amplios y profundos, y abarcaban a autores tales como Bertolt Brecht y la admiración de obras como Galileo Galilei o el Soldado Schwiek de Hasek, en el cine las películas de Luchino Visconti como La terra trema, Senso y El gatopardo, o libros sobre historia de la literatura y el arte como los de Arnold Hauser.

Durante el curso de Sistemas de Procesamiento de Datos ocurrió un hecho digno de destacar: el anuncio, por parte de IBM, de un nuevo producto. Se trataba nada menos que de la IBM /360, primera computadora que incorporaba –entre otras muchas cosas– la innovadora idea de un *sistema operativo*. Hasta ese momento, las computadoras disponibles en el mercado incluían rudimentos de lo que podía considerarse un verdadero sistema operativo (llamados IOCS –Input Output Control System–, sistema supervisor, etc.), pero ninguno gozaba de la entidad del que apareció bautizado como DOS (Disk Operating System) y luego simplemente como OS (Operating System).

Otro curso que hicimos fue con el Ing. Gustavo Pollitzer, también de IBM y en el que estudiábamos un lenguaje de simulación, algo que estuvo muy de moda en aquellos años. El lenguaje que estudiamos en ese curso fue el GPSS (General Purpose Simulation System ) y esto le dio a Norma una buena base para posteriores ayudantías y colaboraciones en el CNUCE, ya que allí se impartían cursos sobre este tipo de lenguajes.

Muchos son los que alaban las enormes habilidades culinarias de Norma, capaz de armar cenas con una cantidad no habitual de platos, ¡que en ocasiones ha llegado a 19! [22]. En esa época del curso del GPSS ya era evidente su capacidad creativa en la cocina, con elementos no sofisticados pero cuya sintaxis producía resultados brillantes: en su casa comíamos unos sándwiches tostados dentro de una sandwichera que se colocaba directamente sobre el fuego y armados con pan blando en rodajas y con relleno, por ejemplo, de queso con alcaparras.

Esa cualidad de agasajar a sus amigos con platos exquisitos era, asimismo, una manifestación de su generosidad. No puedo evitar la tentación de parafrasear a Oscar Terán, y añadir que:

> *esta felicidad era del orden de lo corporal, y me resulta imposible no asociar en [Norma] los libros y las comidas como parte esencial de sus alimentos terrestres: descomponiendo amorosamente la superficie tersa del texto en un caso; componiendo con diversos ingredientes esos platos que eran parte fundamental de su goce de vivir.* [[23], pág. 54]

.

### 3.3. La Programación en sus inicios

Otro recuerdo de Norma es el de verla procesando en el Datacenter que tenía IBM en la avenida Diagonal Norte (cerca del Obelisco). Por diversas razones (mantenimiento, falta de capacidad eventual, etc.), IBM ponía a disposición de sus clientes el Datacenter que tenía en sus locales. La imagen que tengo de Norma es la de estar cargando tarjetas perforadas en la lectora y observar el listado correspondiente en la impresora, cosa que podía apreciarse desde la calle dado que el Datacenter tenía una gran vidriera que lo exhibía a los transeúntes de Diagonal Norte. La computadora era la IBM 1401, que además disponía de cintas magnéticas con las cuales podía realizarse la pesada tarea de clasificación de miles de tarjetas que previamente se habían grabado en una de las cintas.

Esta imagen era premonitoria, puesto que un tiempo después Norma empezaría a trabajar en IBM.

La programación se realizaba en código de máquina, que significaba escribir las instrucciones con el código de operación y las direcciones correspondientes. Posteriormente se pudo trabajar con Autocoder, un lenguaje ensamblador que definía nombres simbólicos tanto para los códigos de operación como para las direcciones. El poder olvidarse de las direcciones concretas donde debían almacenarse (o desde donde se extraían) los datos, fue un alivio en la carga cognitiva de los programadores, que realmente fueron aligerados de esta tarea con la aparición de los lenguajes de tercera generación.

### 3.4. El Ascenso a Analista de Sistemas

La posibilidad de trabajar en el Datacenter y las relaciones establecidas con los profesores que impartían los cursos de la carrera de Computación Científica eran una buena oportunidad para conseguir mejores ofertas de trabajo. En el caso de la FCEyN, aparte de Juan Chamero, había otros profesionales de IBM que también impartían cursos: los ingenieros Gustavo Pollitzer y Sigfrido Lichtenthal. Fue a través de estos contactos que Norma consiguió, en 1966, un contrato como analista de sistemas en IBM Argentina.

Esta era una posición con evidentes ventajas de salario, de posición y de desarrollo profesional respecto de la de programador en un organismo oficial como era el INdeR. Además se trataba de la evolución natural de los programadores, que aspiraban a subir el escalón al próximo nivel. Es evidente que se trataba de un nombre un tanto pomposo para la tarea que realmente se debía desarrollar, y que era la del actual analista funcional.

Lamentablemente, Norma pudo disfrutar de esta nueva posición durante un lapso relativamente breve. Los acontecimientos se precipitaron de una forma imprevisible. Norma había comenzado a trabajar en IBM a principios de 1966, pero a mediados del mismo año tuvo lugar el golpe de Estado del general Juan Carlos Onganía con la consiguiente intervención a las universidades nacionales y la particular agresión cometida en la FCEyN el 29 de julio de 1966, conocida como "la noche de los bastones largos", en clara referencia a "la noche de los cuchillos largos (Nacht der langen Messer) de 1934, en la cual el propio Hitler exterminó a Röhm, a los SA [*Sturmabteilung* o 'tropas de asalto'] y a otros opositores de derecha (30 de junio a 2 de julio de 1934) ". [15]

Las consecuencias del golpe de Estado no se hicieron esperar y Norma fue despedida de IBM por sus antecedentes políticos, una práctica habitual en esa y en otras épocas. Lo que se comentaba por entonces era que IBM había contratado a un hijo del general Onganía y que eso motivaba la investigación de antecedentes que realizaban con todos sus empleados.

Cabe incluir aquí la reflexión de Oscar Terán sobre la eficacia de lo simbólico o los efectos de las ideas:

> *Los argentinos hemos aprendido mediante las duras lecciones del pasado inmediato lo que en cierto registro teórico se llamó "la eficacia de*

> *lo simbólico". Esto es, que las ideas no son un conjunto de signos que sobrevuelan la ruda materialidad de la acción, sino que producen efectos de realidad al encarnarse en los cuerpos hasta hacerlos desplegarse en la dicha o aniquilarse en el dolor.* [[23], pág. 118]

Inmediatamente Norma se puso en acción y le pidió a Manuel Sadosky una carta de recomendación para uno de los profesores italianos que conocía de la época en que éste había estado becado en Italia. De esa manera recaló en la Universidad de Pisa, la cual le ofreció una beca para trabajar en el CNUCE. IBM se cuidaba, en esos casos, ofreciendo una buena indemnización a la gente que despedía, y por esa razón Norma pudo juntar el dinero suficiente como para pagarse el pasaje de ida a Italia y reservar otra cantidad para pasar los primeros meses sin aprietos económicos.

### 3.5. Los Comienzos en Italia

En esa primera época de su llegada a Italia –finales del 66–, Norma tendrá la beca del CNUCE y vivirá en el último piso de un edificio que daba al Lungarno Pacinotti, justo enfrente del Arno (ver Figura 1). Tuvo que vencer varias dificultades, entre las cuales estaba la de conseguir que le alquilaran un departamento siendo una mujer sola, con todo lo que eso implicaba en una sociedad como la pisana de los años 60. Pero la condición de extranjera la ayudó, puesto que lo que no era tolerable para una italiana en su misma situación, se permitía en el caso de una extranjera.

Yo fui testigo de ese momento dado que decidí irme de la Argentina en febrero del año 1968 y desembarqué en el puerto de Génova a comienzos de marzo. Luego me alojé en la casa de Norma –en el Lungarno Pacinotti– durante cuarenta días, durante los cuales realicé un curso en la Universidad de Pisa sobre lenguajes de simulación para, finalmente, continuar viaje hacia París, donde me prometían una entrevista de trabajo que finalmente concluyó con éxito.

Esto ya mostraba la actitud solidaria que Norma demostró a lo largo de toda su vida con muchas personas (amigos y becarios) que paraban o –mucho más interesante– eran alimentados en su casa. Eso no quitaba que también –la situación económica obligaba– fuéramos con frecuencia al restaurante universitario, la mensa.

Norma trabajó con distintos equipos con los cuales aparece en algunas publicaciones de 1968 sobre análisis lingüístico de pacientes psiquiátricos.

Ese mismo año recibe una oferta por parte de la empresa Laben S.p.A, de Milán, para participar en el diseño e implementación de un sistema operativo para una nueva línea de minicomputadoras –Laben 70– que esa empresa había decidido fabricar. Permanece en la Laben hasta finales de 1970, fecha en la que decide volver a Pisa, al Istituto Elaborazione dell'Informazione en Pisa asociado al CNR (Centro Nazionale delle Ricerche), lugar donde realizó sus principales trabajos.

Es aquí que comienza la doble tarea de investigación y de docencia en la Universidad de Pisa. Sus áreas de interés principal fueron los sistemas operativos, sobre los cuales daba cursos de arquitectura o Unix desde su aparición; la

**Figura 1.** El Palazzo Agostini, en el Lungarno Pacinotti No. 26, donde vivió Norma Lijtmaer los primeros tiempos en Pisa

programación concurrente y lenguajes como Ada que permitían –antes de que apareciera Java–, la concurrencia y, finalmente, la informática distribuida.

En 1972 se casó con Ugo Montanari, profesor de la Universidad de Pisa.

### 3.6. La Red Local Universitaria

Durante los años 70 se establecieron en Italia los lineamientos nacionales sobre ITC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), tarea en la que participó activamente Ugo Montanari. En 1979 se establece el Programa Nacional de Informática, para el CNR, con una sección dedicada a la industria informática.

El mayor subproyecto del Programa fue el de Campus Net (CNet), liderado por Norma y desarrollado desde 1979 hasta 1985. Debemos recalcar que ese liderazgo se debió exclusivamente a la capacidad de gestión que Norma poseía a un máximo nivel [17]; proyecto en el que aportó todo el empuje necesario, puesto que representaba un logro importante para la ITC italiana y, quizás, uno de los proyectos más influyentes y ambiciosos entre los que se combinaron dentro de lo que se denominó Progetto Finalizzato Informatica.

Cabe destacar, a estas alturas, que Norma estaba liderando un proyecto para el CNR sin tener ningún título académico (grado o posgrado), tal como puede verificarse en la breve reseña biográfica que incluye en [[1], pág. 25]: *Norma Lijtmaer estudió en la Universidad de Buenos Aires, Argentina, y recibió una beca de la Universidad de Pisa, Italia, en 1967.* Esos eran sus antecedentes y eran una demostración más de que la definición que habían hecho de ella (*una forza della natura*) se ajustaba a la realidad, algo que le gustaba recordar.

Algunas de las publicaciones de esa época en las que participó tienen temáticas diversas (mecanismos lingüísticos para gestión de recursos, características de

lenguajes para control de accesos o el uso de lenguajes de alto nivel para las redes de área local). [2], [1] y [9].

Con motivo de la jubilación de Norma, en 2002, se realizó en su honor una Jornada de Encuentro y Discusión en el CNR, y el folleto que convocaba a dicha jornada describía el proyecto de la siguiente manera:

> *El alcance [del Progetto Finalizzato Informatica del CNR] era definir las especificaciones funcionales y realizar dos versiones prototipo de un sistema distribuido sobre red local. Las líneas de investigación abarcaban la subred de comunicación, el lenguaje del sistema, los modelos semánticos, el entorno integrado de desarrollo de software, la automatización de oficinas. Diecisiete unidades operativas estaban involucradas en la investigación, entre las cuales seis correspondían a empresas industriales: Cselt, Olivetti, Italtel, Selenia, Syntax y System & Management. El objetivo Cnet, que fue dirigido por Norma Lijtmaer, tuvo un rol importante al favorecer la colaboración entre centros de investigación académicos e industriales en un momento en que la industria nacional del sector estaba en expansión.* [[8], traducción del italiano del autor]

## 4. La ESLAI (Escuela Superior Latinoamericana de Informática)

Después de las elecciones de 1983, el Dr. Raúl Alfonsín nombró Secretario de Ciencia y Técnica al Dr. Manuel Sadosky, a quien Alfonsín conoció cuando viajó a Caracas y a Barcelona, donde Sadosky se exilió entre los años 1974 y 1983. Ambos asumieron sus funciones en diciembre de 1983, dependiendo la Secretaría de Ciencia y Técnica del Ministerio de Educación y Justicia.

En ese momento volvíamos a coincidir en Buenos Aires para festejar los nuevos aires de democracia que tanto nos hacían falta. Según expresa Norma:

> *13 de diciembre 1983, Vuelo Pisa-Roma-Buenos Aires, llegada el 14 a una Buenos Aires radiante, apenas superados los festejos de la asunción del nuevo gobierno que señalan el fin de la espectral dictadura militar. El reencuentro con la familia y sobre todo con amigos y personas de las cuales no sabíamos nada desde hacía tanto tiempo!* [18]

En el año 1984 se crea una Comisión Nacional de Informática, que produce un informe en el cual se plantea "la creación de un centro de excelencia nacional o regional", una de cuyas funciones sería "brindar formación intensiva a alumnos seleccionados que estén promediando carreras universitarias afines"[4]; es decir que se establecía claramente el perfil de lo que sería la ESLAI.

Con la asesoría de Julián Aráoz, Manuel Bemporad y Mauricio Milchberg, Rebeca Guber –la encargada de llevar adelante el proyecto y que pondría su inteligencia e indomable energía al servicio de la idea– elabora una propuesta y se logra que el IBI aportara los fondos y que la provincia de Buenos Aires facilitara en comodato el edificio que alojaría a la Escuela. Tuvieron además un

papel destacado en la gestión de la ESLAI primero, Armando Haeberer y luego, Jorge Vidart.

Finalmente, la Escuela se inaugura el 29 de abril de 1986 con la presencia de autoridades nacionales y provinciales, profesores y los 33 alumnos que habían sido seleccionados: 25 argentinos y 8 latinoamericanos. Los discursos hacían alusión, de forma unánime, a los intereses regionales. Tanto el presidente Alfonsín (*Pero, además, también porque aquí nos encontramos con muchachas y muchachos de la Patria Grande, de América Latina.*), como Sadosky (*...esto es una prueba, pequeña, se puede decir, de la fraternidad que debe reinar entre nuestros países*) y Rebeca Guber (*Para crecer, la Argentina necesita... que toda Latinoamérica crezca y se integre en una comunidad de naciones tecnológicamente avanzadas.*) [4]

Norma confiesa que la ESLAI fue "la niña de [sus] desvelos". [[13], en castellano en el original] Y, haciendo honor a esa definición, ella misma describe la contribución italiana a la ESLAI, que en gran medida fue el resultado de su propia gestión. El resumen de esa contribución la da la propia Norma: [18]

El proyecto ESLAI ha contado por ejemplo con una relevante contribución del Departamento para la Cooperación y el Desarrollo del Ministerio de Asuntos Exteriores Italiano. Italia contribuyó con:

- el equipamiento hardware-software de un laboratorio de informática, con una red ethernet que conectaba 57 workstations Olivetti, 2 servers, y con ambiente de desarrollo software Unix-like. La característica central era la de ser distribuido, interactivo y abierto para afrontar necesidades futuras que podrían presentarse en la propia experimentación e investigación en la ESLAI. El financiamiento efectivo en este rubro fue de 700.000 u$s.
- 7 profesores titulares visitantes full-time para dictar cursos semestrales propios del currículum ESLAI, y desarrollar investigación y cursos de postgrado. Paolo Ancilotti de la Escuela Superior S. Anna de Pisa, Ugo Montanari de la Universidad de Pisa, Carlo Ghezzi del Politecnico di Milano, Giorgio Ausiello de la Universidad La Sapienza di Roma, Antonio Albano de la Universidad de Pisa, fueron algunos de ellos.
- Visitas de científicos que dictaron cursos breves y avanzados de posgrado. Egidio Astesiano de la Universidad de Génova, entre otros.
- 7 Becas anuales y renovables en Italia en diversas universidades italianas para graduados, con particular orientación a la ejecución de estudios de doctorado.

La contribución Italiana fue de aproximadamente 1.800.000 u$s.

Esto no debe hacernos olvidar la importante contribución francesa que envió, como resultado de la gestión de Mauricio Milchberg, a profesores de Grenoble tales como Jean-Pierre Peyrin, Michel Lévy y Ricardo Caferra, entre otros.

Los primeros resultados del proyecto fueron más que alentadores: en diciembre de 1988 tiene lugar la primera ceremonia de colación de grado, con los primeros 29 alumnos que obtienen el título de Licenciado en Informática otorgado por la Universidad Nacional de Luján.

Con la derrota del partido de Alfonsín (UCR) en las elecciones generales de 1989, y la consiguiente partida anticipada de éste, se inicia el proceso de desaparición de la ESLAI. Hubo un factor adicional que afectó directamente a la financiación de la Escuela y fue la disolución, en 1988, del IBI. Sin embargo, las cuotas que adeudaba Argentina al desaparecido IBI fueron autorizadas por la Cancillería a pasar a la Fundación Informática y a continuación quedaron a disposición de la SECyT. Como consecuencia de la hiperinflación y ajustes varios, según Babini, quedó finalmente "un remanente de 700.000 dólares que hubieran permitido mantenerla durante más de un año y medio". [4] Sin embargo, de acuerdo a lo que sostiene Rebeca Guber, los fondos disponibles hubieran permitido financiar la ESLAI durante tres años, la creación de una carrera de posgrado y la renovación de equipos. [12]

Se han señalado algunas razones por las que la ESLAI desapareció. La más esgrimida es la enraizada costumbre argentina (y también de otras partes) de destruir lo que otros han construido. Otra es la de considerar que existen motivaciones aviesas que se dirigen activamente a destruir algo. Algunos argumentos suministrados nos empujan a pensar que hubo ese tipo de acciones: uno de los asesores de Raúl Matera, el sucesor de Sadosky en la Secretaría de Ciencia y Técnica, comenta que, tanto el subsecretario de Informática, Sassali, pero sobre todo el secretario técnico Luis Cersósimo (que, aparentemente, provenía de la agrupación de derecha "Guardia de Hierro" y había sido impuesto a Matera por autoridades superiores) estaban en contra de mantener financieramente a la Escuela. [3]

Cuando contemplamos, retrospectivamente, la historia de la ESLAI, estamos tentados a pensar, en términos de Rolando García, que se trató de la construcción de un nuevo posible:

> *Todo proceso profundo de transformación, en cualquier dominio, comienza con la apertura de nuevas vías de acción. En la Epistemología Constructivista, que constituye mi marco conceptual, llamamos a esto "la construcción de nuevos posibles". Y ésa fue la idea aunque entonces no fue expresada en estos términos que nos llevó a concebir el proyecto de Universidad que hoy recibe, en retrospectiva, comentarios tan positivos y que, sin embargo, tuvo que enfrentar pronósticos desalentadores y tropezó con dificultades que en muchas ocasiones parecían insalvables!* [10]

Caben algunas reflexiones adicionales sobre la viabilidad de la ESLAI. Gabriel Baum observa que "alguna vez habrá que estudiar si ese proyecto tenía viabilidad como estaba planteado, pero eso creo que es un tema que admite discusión". [5] También se ha mencionado, con cierta insistencia, que se trataba de un proyecto utópico. Puede resultar fácil, en principio, hablar de utopía con los resultados a la vista. Pero se trataría de analizar si el fracaso era algo inherente a las condiciones de realización de la ESLAI, a su objetivo, o si, como apuntan otros comentarios, se debió exclusivamente a las nuevas condiciones políticas que no permitían otra salida (*había una voluntad de arrasar con todo lo que tuviera olor a Alfonsín o a radicalismo*). [5]

Es posible avanzar en la polémica entre cientificismo y anticientificismo y observar que, frente al fenómeno del *capitalismo cognitivo*, deberíamos replantearnos algunas cosas, en especial nuestro concepto de conocimiento. Una obra anticipatoria de este fenómeno es el cuento del año 1953 de Philip K. Dick, *Paycheck*, en el cual se muestra la manipulación de la memoria como medio de mantener la "propiedad" de algo que siempre resultará eminentemente social: el conocimiento. Cuando el conocimiento, considerado como mercancía, ha adquirido su plena entidad, porque su valor de cambio está enteramente ligado a la capacidad práctica de limitar su difusión libre,

> *es decir, de limitar con medios jurídicos (patentes, derechos de autor, licencias, contratos) o monopolistas la posibilidad de copiar, de imitar, de "reinventar", de aprender conocimientos de otros.* [21]

es cuando podemos rebelarnos y aspirar a nuevas formas de producir y consumir conocimientos, a crear nuevos estilos: epistemológico, de desarrollo, científico y tecnológico. [20].

Cuando se habla de utopía, ¿estamos pensando en que ese proyecto no era compatible con la nueva ideología neoliberal que, entre otras cosas, apunta a crear investigadores formados en centros de élite, ubicados en las capitales del imperio y que estarían financiados por la industria privada? [10] En ese caso, un centro como la ESLAI estaría a contracorriente y destinado quizás, antes o después, al fracaso. Pero ¿es ése realmente el curso natural de las cosas? ¿O podemos creer que la *creación de nuevos posibles* permite gambetear esas circunstancias, esquivar a la ideología dominante y sacar adelante proyectos similares a los de la ESLAI?

Independientemente de la respuesta que demos a estos interrogantes hay algunas cuestiones que son innegables y que Baum plantea en estos términos:

> *Creo que luego de la ESLAI nada fue igual en la informática de las universidades. Se produjo un salto de nivel académico cualitativo, y en ese sentido fue extremadamente importante, no tengo duda de eso.* [5]

Es decir que el salto de nivel cualitativo es un resultado concreto que no puede borrarse a pesar de la frustración de la experiencia truncada. Añadamos, además, la frase con la que concluía Norma su artículo [18]: "¡Pero la esperanza de la reconstrucción aún está viva!", y entendamos la reconstrucción en el sentido más amplio posible, abarcando todas las repercusiones que nuestras acciones puedan tener en diversos ámbitos, como generadoras de *nuevos posibles*.

NB: Agradezco los valiosos comentarios, así como las rectificaciones y correcciones aportadas por Rebeca Guber, Pablo Jacovkis, Esteban Levialdi, Ana Malajovich, Mauricio Milchberg y Carlos Onetti, lo cual demuestra –una vez más– que tanto el conocimiento, como la memoria y la historia, entre otras, son construcciones colectivas.

## Referencias


1. Ancilotti, P., Boari, M., Lijtmaer, N.: Language Features for Access Control. IEEE Trans. Software Eng. 9(1), pp: 16-25 (1983)
2. Ancilotti, P., Lijtmaer, N., Boari, M., Natali, A.: Linguistic Mechanisms for Resource Management Strategies. Softw., Pract. Exper. 11(3), pp. 291-314 (1981)
3. Arias, M. F.: Política Informática y Educación: el caso de la Escuela Superior Latinoamericana de Informática (ESLAI) CONfines 5/9 enero-mayo (2009) http://confines.mty.itesm.mx/articulos9/AriasF.pdf.
4. Babini, N.: La Argentina y la Computadora. Crónica de una frustración. Editorial Dunken. (2003)
5. Baum, G.: La ESLAI: Presente y futuro. Entrevista en Newsletter Electrónica de SADIO, 8 (2003)
6. Boletín sobre las Jornadas Nacionales de la SAC Sociedad Argentina de Cálculo: Julio (1962) elgranerocomun.net/article222.html.
7. Carnota, R., Factorovich, P. y Pérez, M.: IBM Go Home! Conflictos políticos y académicos en los primeros años de la carrera de Computación Científica de la FCEyN-UBA, en: Jorge Aguirre y Raúl Carnota, Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe: investigaciones y testimonios, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, pp. 147-165 (2009)
8. Dai Sistemi Distribuiti a Internet: Giornata di incontro e discussione in onore di Norma Lijtmaer. 1 luglio (2002)
9. Fantechi, A., Inverardi, P., Lijtmaer, N.: Using High Level Languages for Local Computer Network Communication: A Case Study in Ada. Softw., Pract. Exper, 16(8), pp. 701-717 (1986)
10. García, R.: A dónde marcha la Universidad: Discurso del Dr. Rolando García en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA) el 12 de mayo (2006) http://www.iade.org.ar/modules/noticias/article.php?storyid=1296.
11. García Camarero, E.: Algunos Recuerdos sobre los Orígenes del Cálculo Automático en Argentina, y sus Antecedentes en España e Italia. Revista Brasileira de História da Matemática. Vol. 7, Nro. 13, pp. 109-130 (2007)
12. Guber R.: Comunicación personal (2009)
13. Intervento di Chusura di Norma Lijtmaer: Giornata di incontro e discussione in onore di Norma Lijtmaer. Copia cedida gentilmente por Ana Malajovich, prima de Norma Lijtmaer (2002)
14. Jacovkis, P., M.: Some Aspects of the History of Applied Mathematics in Argentina. Revista de la Unión Matemática Argentina. Volumen 49, Número 1, pp. 57-69 (2008)
15. Jacovkis, P., M.: Comunicación personal (2009)
16. Klimovsky, G.: Ciencia e Ideología, Ciencia Nueva 10. (citado en [7]) Mayo (1971)
17. Levialdi, E. Comunicación personal (2009)
18. Lijtmaer, N.: El entusiasmo de la construcción de una esperanza. Newsletter Electrnica de SADIO, 8 (2003)
19. Milchberg, M.: Comunicación personal (2010)
20. Rietti, S.: Oscar Varsavsky y el Pensamiento Latino Americano sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad. Redes, junio, año/vol. 9, número 018. Universidad Nacional de Quilmes, Bernal Este, Argentina, pp. 175-180 (2002)
21. Rullani, E.: El Capitalismo Cognitivo: du déjà vu?, Multitudes 2, mayo (2000) http://www.sindominio.net/arkitzean/multitudes/multitudes2/rullani.htm
22. Scolnik, H.: Comunicación personal (2009)
23. Terán, O.: De Utopías, Catástrofes y Esperanzas. Siglo XXI editores (2006)