



Por uma Perspectiva Sociotécnica no Desenvolvimento de Sistemas de Computação: o exemplo do Modelo Mikropolis

João Porto de Albuquerque¹

¹Instituto de Computação – Universidade Estadual de Campinas
Caixa Postal 6176 – 13084-971 – Campinas, SP – Brasil
jporto@ic.unicamp.br

Abstract. *This paper discusses the need of considering socio-technical aspects in the scientific and professional practice of computing. In the pursuit of this goal, the paper firstly places the research on socio-technical aspects of computing in a historical context and outlines the current research scenario in the area. Subsequently, the Mikropolis Model is explained—a model developed to provide orientation to the practical activities of the computing professional as regards the social aspects of these activities. Furthermore, the paper discusses how to bring the model nearer to the particular Brazilian context, in order to achieve analytical and didactic instruments especially suited to the reality in Brazil.*

Resumo. *Este artigo discute a necessidade da consideração de aspectos sociotécnicos na prática científica e profissional em computação. Para tanto, uma breve retrospectiva histórica e o panorama atual da pesquisa de aspectos sociotécnicos dentro da ciência da computação são apresentados. Posteriormente, discute-se um exemplo de pesquisas nessa área: o Modelo Mikropolis, desenvolvido com a intenção de oferecer orientação para a prática das atividades do profissional de computação em relação aos aspectos sociais dessas atividades. Além disso, são levantadas questões sobre como aproximar esse modelo da realidade no Brasil, com o intuito de obter instrumentos analíticos e didáticos particularmente apropriados ao contexto brasileiro.*

1. Introdução

Nos tempos atuais os computadores estão cada vez mais presentes em diversos setores da atividade humana: da pesquisa científica de ponta, em praticamente todas as áreas do conhecimento, até a mais corriqueira das ações cotidianas, como fazer compras numa pequena loja de esquina. Além disso, de maneira mais geral, as tecnologias de informação e comunicação e a rede mundial de computadores se tornaram uma infraestrutura indispensável para a economia global, ao mesmo tempo em que servem a outros inúmeros propósitos pessoais e sociais. Esse caráter crescentemente ubíquo do artefato tecnológico computador confere, assim, às pessoas que têm na computação sua atividade profissional um papel crucial para o futuro da sociedade.

De forma a desempenhar suas atividades de acordo com essa responsabilidade, é importante que o profissional de computação não apenas possua conhecimentos técnicos em sua área, mas também seja capaz de se orientar com respeito aos aspectos sociais de sua atividade profissional. Isso significa ser consciente das inter-relações entre a atividade de computação, os artefatos tecnológicos por ela produzidos e seu contexto social mais amplo. Essas inter-relações devem, portanto, ser pesquisadas e analisadas dentro da comunidade científica, de maneira a produzir meios para que o profissional adquira essa



orientação frente aos aspectos sociotécnicos de sua profissão — que o filósofo alemão Mittelstrass denomina *conhecimento orientacional* complementar ao *conhecimento especializado* oferecido pelas disciplinas técnicas [Mittelstraß 1995]. Especialmente no Brasil, é necessário investigar o tipo de dinâmica específica que se desenvolve no contexto nacional e seus problemas particulares. Assim serão produzidos parâmetros a partir dos quais os profissionais de computação possam efetivamente orientar sua atividade na direção da melhoria das condições socioeconômicas, culturais e ambientais do país.

Entretanto, o número de pesquisas que analisam profundamente a relação entre a sociedade e a atividade de computação é, na comunidade acadêmica de computação brasileira, reduzido. Por conseguinte, a formação dos profissionais de computação, embora de excelência técnica, possui, no mais das vezes, uma lacuna. O presente artigo pretende contribuir na direção de preencher essa lacuna, apresentando instrumentos para introduzir a consideração de aspectos sociotécnicos no desenvolvimento de sistemas de computação — compreendendo, aqui, tanto as atividades de projetar e desenvolver *software* como a de arquitetar novos meios de se utilizar computadores [ACM 2001]. A base para esse empreendimento será dada pelo Modelo Mikropolis (MM), desenvolvido na Universidade de Hamburgo, o qual oferece um instrumento para a análise das inter-relações entre a atividade de computação, os seres humanos e a sociedade global dentro de um mesmo contexto sistêmico [Rolf 2004, Krause et al. 2006]. Além disso, serão levantadas questões sobre como aproximar esse modelo da realidade acadêmica e social no Brasil, com o objetivo de desenvolver instrumentos analíticos e didáticos especialmente apropriados para o contexto brasileiro.

Visando uma melhor contextualização, a próxima seção apresenta uma breve retrospectiva histórica, para que posteriormente se analise o panorama atual em pesquisas sobre os aspectos sociotécnicos das atividades de computação em nível internacional (Seção 2.1) e nacional (Seção 2.2). Na Seção 3, apresenta-se o Modelo Mikropolis (MM) e suas diferentes perspectivas. Na seqüência, a Seção 4 tece considerações finais, discutindo o modelo e sua relação com a sociedade brasileira.

2. Aspectos sociotécnicos e a ciência da computação

Ou: Por que (não) deveria um profissional de computação ocupar-se com os aspectos sociais de sua atividade?

Apesar de enraizar-se em conhecimentos acumulados durante uma trajetória longa na história da ciência, a ciência da computação, ou informática, surge como disciplina científica e acadêmica apenas na segunda metade do século vinte. Seu surgimento nos anos sessenta nos Estados Unidos da América e em países europeus está ligado à necessidade de prover qualificação especializada em processamento de dados para pessoas que deveriam lidar com um novo artefato tecnológico: os computadores. Os primeiros cursos relacionados aos computadores foram desenvolvidos por volta de 1960 nos EUA, e subdividiam-se em três linhas: *computer engineering* (engenharia de computadores), *computer science* (ciência de computadores¹) e *information science* (ciência da informação) [Coy 1997].

Na Europa, por outro lado, a maioria dos países seguiu a denominação francesa para a nova disciplina acadêmica: *informatique*² (oriunda das palavras *informa-*

¹A tradução aqui é feita propositalmente de forma literal, e portanto divergente da nomenclatura brasileira “computação”, com objetivo de traçar um contraste que ficará claro adiante.

²A Dinamarca constitui aqui uma exceção à regra, por ter adotado a denominação *datalogia*, sugerida por Peter Naur por não concordar com o excessivo acento no produto tecnológico *computador* da nomenclatura americana [Floyd and Klaeren 1999, p. 89].



tion e automatique ou *électronique*), definida oficialmente pela Academia Francesa em 1967 como: “ciência do tratamento racional, notadamente por máquinas automáticas, da informação considerada como suporte de conhecimento humano e de comunicação dentro dos domínios técnico, econômico e social” (Cf. [Coy 1997]). Vale notar que essa definição sugere uma conotação diferente para o campo de atuação da nova disciplina, colocando o tratamento racional de informações em foco — o artefato tecnológico computador entra apenas *notadamente* como seu meio de execução, não tendo a centralidade que o nome *computer science* sugere —, e incluindo, ainda, fatores econômicos e sociais.

Essa diferença de nomenclatura reflete a existência de divergentes concepções e perspectivas para a nascente disciplina, as quais possuíam fronteiras e focos de atuação distintos. O que estava em jogo era, portanto, a autodefinição de uma disciplina acadêmica pela própria jovem comunidade científica atuante. Um momento exemplar nessa disputa foi a polêmica que despertou o “Relatório Denning” [Denning et al. 1989] elaborado em 1989 por uma força-tarefa conjunta da ACM (*Association for Computing Machinery*) e da IEEE *Computer Society* para definir um currículo-base para cursos do ensino superior da nova ciência. No debate — analisado em [Rolf 1995] —, destacam-se as posições de três renomados pesquisadores: Dijkstra, Winograd e Denning.

Dijkstra em seu clássico artigo “*Sobre a crueldade de realmente ensinar ciência da computação*” defende que seja erigida uma barreira de proteção entre o problema da da agradabilidade (*pleasantness*) — isto é, a questão sobre se um mecanismo que atende a uma certa especificação é mesmo o mecanismo que gostaríamos de ter — e o problema da corretude (*correctness*) — isto é, a questão de como projetar um mecanismo que atenda à especificação [Dijkstra 1989]. A ciência da computação situar-se-ia, segundo Dijkstra, entre a lógica aplicada e a matemática formal, e sua tarefa consistiria em lidar com o problema da corretude, estudando a manipulação de símbolos através de programas. Para tanto, o mais importante seria provar formalmente que um certo programa cumpre sua especificação funcional (também formal). Já a questão sobre como formalizar essa especificação funcional a partir de ambientes reais — ou seja, o problema da agradabilidade — deveria ser tratada através de outros métodos e disciplinas, como por exemplo psicologia e experimentação.

Para Winograd, o argumento de Dijkstra seria coerente e interessante, porém fundamentar-se-ia em falsas premissas: Dijkstra estaria errado sobre o que fazem computadores, sobre o que fazem programadores e sobre o que fazem engenheiros [Winograd 1989]. Computadores, no mundo real, seriam aparelhos utilizados para executar certas tarefas dentro de um contexto de aplicação. Para executar tais tarefas, eles de fato realizariam manipulação de símbolos, porém ela seria um meio e não um fim. Dessa forma, programadores deveriam, assim como engenheiros, possuir uma coleção de técnicas, ferramentas e projetos anteriores que os possibilitariam criar dispositivos razoavelmente confiáveis com custo e quantidade de esforços também razoáveis. A ciência da computação não deveria de maneira alguma, portanto, focalizar-se apenas nos aspectos formais da manipulação simbólica — embora esta seja uma importante ferramenta na formação do profissional de computação —, ignorando a dura escola da prática da aplicação real. Importante seria desenvolver um treinamento efetivo e rigoroso que proovesse habilidades em projetar³ sistemas computacionais apropriados ao seu uso por pes-

³Utilizo nesse texto, dependendo do contexto, os verbos projetar e desenhar para traduzir os termos *design* (inglês) e *gestalten* (alemão), embora nenhuma das palavras em português cubra inteiramente o campo semântico destas últimas. Assim, o leitor deve entender “projetar” e “desenhar” aqui compreendendo não só o planejamento técnico de um artefato, mas também o processo sociotécnico e artístico de criá-lo e “dar-lhe forma” — ambas conotações contidas nos termos estrangeiros Cf. [Floyd and Klaeren 1999, p. 119]. Em alguns poucos contextos, opto pelo anglicismo *design* (geralmente em sua forma substantivada), quando



soas, em analogia com o que faz a arquitetura.

Denning, o próprio coordenador daquela força-tarefa ACM/IEEE CS, retoma o debate e critica duas convicções comuns às duas posições anteriores: (a) que os requisitos para um sistema de *software* pudessem ser formulados de maneira inequívoca, de modo que a concordância com a especificação forneceria um critério apropriado para a avaliação do sistema; (b) que, uma vez elaborada a especificação, não seria mais necessário contato entre projetistas e usuários [Denning 1991]. Essas crenças equivocadas estariam, para Denning, baseadas numa concepção taylorista de divisão do trabalho, e causariam o problema de que as especificações freqüentemente contêm requisitos ultrapassados e impedem a adaptação rápida e flexível aos requisitos em constante evolução e a situações inesperadas. Denning recomenda dar atenção para as abordagens de “*design* participativo” e “*design* centrado no usuário” desenvolvidas na península escandinava.

De fato, a relação entre técnicas computacionais e a sua aplicação prática no mundo do trabalho foi particularmente cedo tema de pesquisas na Escandinávia. Já na década de 60 do século XX houve primeiras aplicações de *design* participativo, em que aos empregados de uma certa companhia foi dado o direito de decidir sobre os rumos do desenvolvimento de sistemas [Floyd and Klaeren 1999, p. 120]. O norueguês Kristen Nygaard criou uma escola de pensamento cuja abordagem ficou internacionalmente conhecida como a abordagem escandinava (*scandinavian approach*). Segundo essa abordagem, o *design* de sistemas se inicia quando reconhecemos como falsa a idéia de que os problemas estão dados, bastando que procuremos a resposta correta para eles — idéia subjacente à visão formalista de Dijkstra. Na verdade, o projetista de sistemas computacionais, em sua atividade, *define* os problemas de uma determinada forma e *escolhe* uma solução razoável para eles. Essa abordagem inclui portanto, dimensões filosóficas, sociais e técnicas, diferenciando-se por possuir: uma perspectiva de conhecimento ampliada em relação ao racionalismo, métodos direcionados à interpretação, uma prática cooperativa e evolucionista de desenvolvimento de sistemas, e a participação na definição das condições sociais do contexto [Floyd and Klaeren 1999, p. 120].

Na Alemanha a discussão acerca das perspectivas para a disciplina informática (*Informatik*, tradução da denominação francesa) correu inicialmente sem vínculo direto com a discussão americana (embora se possam ver similaridades entre as duas), porém em diálogo com a abordagem escandinava. Autores alemães iniciaram por criticar a visão tradicional da informática que via a disciplina como sendo ancorada unicamente em suas raízes na matemática e engenharia. O nome escolhido para a disciplina — informática — já indicaria que essa ciência não poderia ocupar-se nem unicamente do artefato tecnológico computador, nem exclusivamente dos dados; ela deveria, na verdade, analisar os processos de formalização e automatização de processos sociais, como, por exemplo, os processos de trabalho. Os críticos alemães chamam a atenção para o fato de que modelos, métodos e produtos da informática são co-determinados também por desenvolvimentos históricos e culturais, requisitos econômicos e por inúmeros atores sociais. Por outro lado, os resultados da atividade informática influenciam de volta a realidade no contexto em que são utilizados [Rolf 1995, p. 11–12]. Por conseguinte, a atividade profissional da informática — seja na pesquisa ou no mercado de trabalho — deveria sempre levar em conta o contexto social de aplicação em que está inserida.

Como conseqüência dessas discussões e críticas acerca da autodefinição da jovem disciplina acadêmica denominada ciência da computação (ou informática), abriram-se novos campos de pesquisa dentro da própria disciplina. Um desses campos foi a área de engenharia de *software* e, em particular, a subárea denominada *Interfaces Humano-*

nenhuma das traduções me parece satisfatória.



Computador (ver, por exemplo, [da Rocha and Baranauskas 2000]). Em um outro desdobramento das discussões, abriu-se também um novo campo de pesquisa que tem seu foco não no usuário final, mas em uma esfera social mais ampla. Esse campo problematiza as inter-relações entre os sistemas computacionais e seu entorno social, isto é, a atividade do profissional de computação/informática é analisada dentro de seu inseparável contexto social de aplicação. O presente artigo se insere nesse último campo de pesquisas, cujo atual panorama se apresenta a seguir.

2.1. Panorama internacional atual

Atualmente a barreira de Dijkstra entre agradabilidade/corretude foi derrubada por iniciativas ainda jovens, porém significativas, que tomam como ponto de partida o fato de que sistemas de computação e sociedade não podem ser separados, pois se fundem em um único sistema sociotécnico. O mais novo currículo de referência da ACM/IEEE-CS para cursos de ciência da computação, por exemplo, não hesita mais em incluir explicitamente a área “Considerações Sociais e Profissionais”, com tópicos considerados de importância central (*core topics*) como história da computação, contexto social da computação e responsabilidades éticas e sociais, entre outros [ACM 2001, p. 17]. Dentro da comunidade acadêmica de computação, iniciativas de pesquisa nesse sentido aparecem sob nomes como “Escolha Humana e Computadores”, “Computadores e Sociedade”, “Informática Social e Organizacional” e “Informática e Sociedade”. Por trás desses diferentes rótulos estão pesquisadores que compartilham a convicção de que é possível e necessário direcionar a pesquisa tecnológica e a prática do *design* de sistemas computacionais no sentido de torná-los relevantes para a vida das pessoas. Apesar de constituir um grupo pequeno em comparação com as tradicionais áreas da computação — daí advindo a atualidade da discussão sobre a barreira de Dijkstra da seção anterior — a pesquisa de aspectos sociotécnicos já conquistou um espaço significativo dentro da comunidade.

Para poder realmente atingir seus objetivos, as pesquisas sobre aspectos sociotécnicos devem ter inexoravelmente um cunho interdisciplinar, dialogando também com especialistas de outras áreas — como por exemplo, das humanidades e ciências sociais — e almejando mesmo à transdisciplinaridade, isto é, a romper as barreiras entre as disciplinas tradicionais. Dentro desse diálogo, o especialista em computação pode contribuir com seu *expertise* para elucidar questões relativas à produção e funcionamento dos sistemas computacionais (ou, de forma mais geral, das Tecnologias de Informação e Comunicação – TICs), desfazendo mitos e incompreensões derivadas da falta de conhecimento técnico. Por outro lado, o diálogo interdisciplinar pode trazer para o profissional de computação maior consciência das dimensões éticas e sociais das tecnologias que desenvolve, possibilitando-o enxergar que o desenvolvimento tecnológico está inextricavelmente associado à sociedade, e permitindo-o, assim, incorporar parâmetros sociais em sua prática. Do ponto de vista científico, Coy aponta, ainda, que a área *Informática e Sociedade* pode colaborar para a análise crítica dos fundamentos teóricos e da evolução da jovem ciência da computação, pois, como disse o filósofo Michel Foucault em uma de suas conferências, a diferença entre uma ciência e uma pseudo-ciência é que a primeira registra a sua própria história [Coy 1997].

2.2. Cenário brasileiro

No Brasil, há dentro da comunidade científica da ciência da computação⁴ a consciência de que o profissional de computação necessita ter “uma visão humanística crítica e consistente sobre o impacto de sua atuação profissional na sociedade”, como prescreve o

⁴O relatório Denning sugere a denominação *science of computing* para a nova disciplina, termo que não pegou nos EUA, mas que foi posteriormente traduzido e adotado oficialmente pela comunidade brasileira (embora em algumas universidades o nome *informática* seja utilizado).



próprio currículo de referência da Sociedade Brasileira de Computação [SBC 2003, p. 3]. Esse mesmo documento sugere mesmo a inserção de uma matéria dedicada aos aspectos sociais da computação na grade curricular [SBC 2003, p. 12].

No entanto, a quantidade de pesquisadores dentro da computação que se dedica rigorosamente a esses estudos ainda é muito reduzida. Fato que comprova essa baixa quantidade de pesquisas na área é a escassez de publicações e material didático sobre o assunto que sejam gerados e direcionados à comunidade de ciência da computação⁵. Não obstante, existem primeiras iniciativas de grupos de pesquisa, bem como pesquisadores individuais dentro da comunidade brasileira de computação a se enveredar adentro do campo sociotécnico, como vem mostrar o presente *workshop*. O presente artigo vem se somar a essas notáveis iniciativas, procurando estabelecer no Brasil um campo de pesquisa que analise rigorosamente as relações entre a sociedade (especialmente a brasileira) e a computação — entendida aqui compreendendo tanto a atividade profissional e científica, como a função de computar embutida em artefatos tecnológicos. Para tanto, a próxima seção descreve o ponto de partida para a análise: a linha de pesquisa alemã, particularmente através do Modelo Mikropolis — desenvolvido na Universidade de Hamburgo por um grupo interdisciplinar de pesquisa.

3. O Modelo Mikropolis (MM)

O MM é um modelo das inter-relações entre construção técnica e mudanças sociais com especial foco sobre as inovações das tecnologias de informação e comunicação. Seu objetivo principal é complementar o conhecimento técnico e altamente especializado de profissionais e estudantes de computação com um conhecimento orientacional que os auxilie em sua prática profissional e científica [Rolf 2004]. O termo Mikropolis origina-se da fusão das palavras *Mikroelektronik* (microeletrônica) e *polis*, palavra grega que denominava as antigas cidades-estado como comunidades de cidadãos [Rolf 2004, p. 15].

O MM estrutura as inter-relações computação/sociedade através de três elementos principais: a) uma perspectiva sociotécnica do *design* de sistemas computacionais; b) a diferenciação entre o micro e o macro-contexto; c) a descrição exemplar de opções de *design* passadas, presentes e futuras, como também os caminhos de utilização da técnica que foram escolhidos e aqueles que ainda estão por escolher. A seguir esses três elementos são respectivamente descritos, tomando por base [Krause et al. 2006] e [Rolf 2004].

3.1. A perspectiva sociotécnica

A perspectiva sociotécnica utilizada no MM compreende o processo de transformação de padrões de ação social para o formato de informação técnica, a qual entra novamente no espaço social, modificando-o. A primeira etapa desse processo exige uma *descontextualização* do padrão de ação social estabelecido, para o qual só assim se pode construir uma versão formal, por exemplo, na forma de um artefato tecnológico *software*, ou sistema computacional. Essa nova versão será então reintroduzida no contexto social e pode modificá-lo tanto no sentido de uma *recontextualização*, como também pelo resultado do próprio uso da tecnologia produzida.

Examinado-se de forma detalhada esse processo, podem ser distinguidas três etapas: i) *formalização*; ii) *algoritmização*; iii) *utilização* (ou apropriação). A *formalização* tem como pré-requisito a descontextualização de um padrão de ação social e vem acompanhada de um processo de destruição: a descrição de *ações* por meio de *operações*

⁵Estou usando aqui a mesma diferenciação feita por Kling entre cursos (e pesquisas) analíticos sérios sobre aspectos sociais da computação e outros cursos, muito mais numerosos, que dedicam uma semana ou duas para examinar algum aspecto social específico [Kling 1996].



Siefkes *apud* [Krause et al. 2006]. Enquanto uma *ação* se desenvolve em uma situação e contexto social específicos, uma *operação* descreve uma maneira de agir que se repete e se tornou rotineira. Essa descrição se baseia no ponto de vista do sujeito que a realiza (o observador), o qual está sempre associado a uma intenção social. No entanto, com a formalização de uma ação em uma operação — de modo que esta venha a ser posteriormente transformada em artefato tecnológico —, o objetivo e contexto sociais originais da ação tornam-se invisíveis na estrutura formal resultante, embora esta os carregue em si de certa forma.

À formalização sucede a *algoritmização*, processo no qual ações são traduzidas em um procedimento computacional, que será finalmente implementado por um programa. Esse programa resultante representa, assim, a tentativa de realização daqueles objetivos e intenções sociais que estruturaram a observação inicial, e se assenta, portanto, sobre um fundamento social. Socialmente fundamentados são, sobretudo, as motivações centrais de automatização e racionalização, as quais influenciam a determinação dos padrões de ação que serão selecionados para serem formalizados. Exemplos notáveis de motivações constituem aquelas oriundas de contextos de produção e trabalho, mas também as motivações provenientes das relações formalmente regulamentadas da vida pessoal.

Com a introdução dos programas — já desprendidos de seu contexto e sentido social originais — em processos sociais concretos, entra em cena uma imprevisível prática de *utilização* e *apropriação* que é também freqüentemente conflituosa. Usuários não acionam automaticamente as funcionalidades oferecidas pelo *software*, mas, pelo contrário, têm de reorganizar as suas ações tradicionais em um novo arranjo, o qual tanto pode obedecer às imposições da estrutura da tecnologia de informação disponibilizada, como pode-se também guiar por motivações e interesses próprios e até certo ponto arbitrários.

3.2. O micro-contexto

O micro-contexto possui dois elementos principais: o Sistema de Informática (SI) e as Organizações Usuárias de Tecnologia da Informação (TI). Por *Sistema de Informática* entende-se, no MM, o conjunto de atores que *desenvolvem e projetam* tecnologias de informação, quer pertençam esses atores a empresas produtoras de TI, quer façam parte de instituições de pesquisa e ensino. As Organizações Usuárias de TI, por sua vez, englobam empresas privadas e públicas que se *utilizam* dos artefatos tecnológicos gerados pelo SI. A Fig. 1 (adaptada de [Krause et al. 2006]) oferece uma representação gráfica das inter-relações entre esses dois elementos.

A divisão entre SI e Organizações Usuárias é feita com o intuito de auxiliar a análise, embora, na realidade, muitas vezes as fronteiras entre esses dois sistemas não sejam tão nítidas — como, por exemplo, no caso de ter uma empresa um departamento próprio de pesquisa e desenvolvimento. Tal divisão permite, entretanto, melhor descrever as inter-relações entre, de um lado, os requisitos advindos da utilização de TI, e, de outro, as ofertas provenientes do desenvolvimento tecnológico. Dessa forma, o micro-contexto do MM oferece uma perspectiva do processo de desenvolvimento, introdução e utilização de *software* que tem seu foco nos diferentes interesses dos atores envolvidos, nas contradições entre expectativas e a realidade, bem como em mal-entendidos recíprocos.

Analisando a parte central do modelo na Fig. 1, isto é, a dinâmica das inter-relações sociotécnicas entre SI e Organizações Usuárias, torna-se claro como essa dinâmica é importante para a produção de inovações tecnológicas. Cada um dos lados disponibiliza diversas opções de ação para o outro lado, influenciando-o. Nesse processo, o SI realiza o assim denominado “*technology push*”: as tecnologias que são por ele desen-

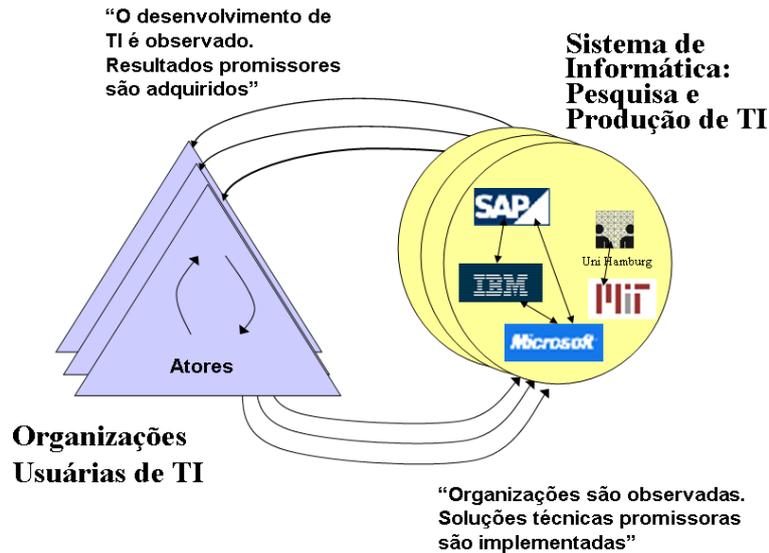


Figura 1: Interrelações entre Sistema de Informática e Organizações

volvidas são divulgadas e oferecidas (por exemplo, por meio de revistas especializadas, feiras tecnológicas, etc.) às organizações, as quais procuram selecionar aquelas opções que melhor atendem aos seus requisitos. Por outro lado, as organizações também atuam ativamente no chamado “*demand pull*”, isto é, elas enviam diversos sinais em forma de sondagens e requerimentos para produtores, desenvolvedores e cientistas do SI que, por sua vez, procuram reconhecer estratégias por detrás das demandas, buscando nichos com potenciais de sucesso para pesquisa e desenvolvimento. Da combinação desses dois movimentos surgem espirais de inovação que enlaçam os dois sistemas num movimento de expansão contínuo.

Além desse tipo de inovação, há também aquelas que são impulsionadas por outras motrizes. Desenvolvimentos posteriores do MM incluem, por exemplo, inovações geradas pela comunidade de software livre, e também aquelas que acontecem na fase de utilização, quando usuários descobrem novos requisitos e formas de uso não previstos pelos produtores do *software* (denominadas na literatura de “*innofusion*” ou “*learning by struggling*”) — as quais não serão aqui abordadas devido a restrições de espaço. O leitor interessado pode obter mais detalhes em [Krause et al. 2006].

3.3. O macro-contexto

No macro-contexto do MM são analisadas as inter-relações entre os desenvolvimentos sociais de maneira geral e a dinâmica de desenvolvimento tecnológico. Esse nível compreende, assim, a análise de modelos ou princípios-guia existentes na sociedade (*gesellschaftliche Leitbilder*), bem como valores, normas e regulamentações sociais. De fato, os elementos do micro-contexto — Organizações e Sistema de Informática — se encontram incrustados em um ambiente social maior que possui valores, tradições e sistemas científico-educacionais de características específicas em termos culturais, econômicos e jurídicos. Dessa forma, processos de produção e inovação tecnológica sempre vêm acompanhados de tensões e adaptações sociais.

Um dos mais proeminentes exemplos dessas influências é a globalização econômica. Como argumenta Castells, embora não sejam as tecnologias de informação



e comunicação (TIC) a *causa* do processo de transformação social em direção à globalização econômica, as TIC são, de fato, o *meio viabilizador* central dessas mesmas transformações [Castells 1999]. Por um lado, as grandes organizações multinacionais vêm nas TIC um enorme potencial para aumentar sua competitividade num mercado global, através da redução de custos e tempos de transação e ampliação de seus espaços de ação, de forma que possam elas controlar e gerenciar unidades de produção a distância. Tal fato direciona e canaliza as espirais de inovação tecnológica do micro-contexto (ver seção anterior). Por outro lado, a própria estrutura em rede — ou seja, a soma de ligações flexíveis entre nós, indivíduos, grupos, empresas ou regiões — tornou-se o novo paradigma econômico e social [Castells 1999], com as TIC atuando no sentido de diminuir as distâncias temporais e espaciais entre os diversos componentes.

Dessa maneira, através do macro-contexto no MM pode-se descrever os fatores e as condições sociais específicos que são relevantes para as ações de atores nas organizações e no sistema de informática, ou seja, para o micro-contexto. Além disso, as estruturas que se desenvolvem no micro-contexto podem ser observadas na perspectiva de seu significado no sentido de trazer à tona transformações na camada social como um todo.

3.4. Processos e Caminhos

O último elemento do MM adiciona aos anteriores uma dimensão temporal, através da introdução de uma análise histórica dos desenvolvimentos tecnológicos. Os *caminhos de uso da tecnologia* (*Techniknutzungspfad*) espelham paradigmas, princípios-guia (*Leitbilder*), modelos, métodos, produtos e ferramentas que se desenvolvem na sociedade, nas organizações e no sistema de informática. A metáfora caminho sinaliza, aqui, que o desenvolvimento de uma tecnologia não consiste em uma única trajetória determinada pelo progresso técnico intrínseco — como querem as visões determinista e instrumentalista da tecnologia [Dagnino et al. 2004, p. 48] —, mas antes em um percurso em que diversas ramificações, alternativas e opções foram e são possíveis.

No contexto do MM, a dimensão temporal está já implícita nas decisões, acontecimentos e mudanças do micro e macro contextos. A dinâmica no decorrer do tempo das inter-relações entre tecnologia e fatores sociais representadas pode ser, portanto, descrita através dos caminhos de utilização. Assim, o elemento *processos e caminhos* descreve o desenvolvimento histórico no qual determinadas estruturas sociotécnicas foram se estabelecendo até chegar em seu estado atual, ou seja, esse último elemento do MM abrange a história das interações sociais entre os atores envolvidos ou atingidos no desenvolvimento de uma tecnologia, seus conflitos e conseqüentes perdas e ganhos de poder, seus princípios-guia (*Leitbilder*) e os paradigmas técnicos vigentes. Dessa forma, a análise histórica agrega um importante valor para as perspectivas anteriores, pois o exame das condições que conduziram ao sucesso ou fracasso de certas alternativas pode oferecer lições para o desenvolvimento de novas tecnologias.

4. Discussão e Considerações Finais

A premissa básica sobre a qual se assenta este artigo é a de que uma perspectiva sociotécnica do processo de desenvolvimento de sistemas computacionais, ao analisar metodicamente as inter-relações entre artefatos tecnológicos e espaço social, complementa os conteúdos tradicionais da ciência computação com o aspecto de sua inserção na sociedade. Essa premissa se baseia numa perspectiva da ciência da computação que a vê indo além dos domínios de suas disciplinas-mãe, a matemática e a engenharia, e abrangendo a tarefa sociotécnica do *design* de tecnologias que não só tenham qualidade técnica, mas



que também sejam relevantes e efetivas em seu entorno social — visão, portanto, consoante com aquela que possui a comunidade internacional descrita na Seção 2.1. Dessa forma, o objetivo é contribuir para derrubar a barreira de Dijkstra (Seção 2) entre o problema da corretude — no terreno das estruturas formais e artefatos tecnológicos — e o da agradabilidade — no mais amplo universo social. Esses dois problemas estão, na realidade, inexoravelmente presentes na atividade do profissional de computação, que se movimenta em um *continuum* sociotécnico. Seu trabalho consiste em, como afirma Nike: “um trabalho com símbolos, os quais dentro das máquinas se transformam em sinais e que se subordinam a uma atribuição de sentido pelo ser humano. Projetar⁶ ambos, a atribuição de sentido e a computabilidade — aí reside a tarefa da computação como ciência: entre sinal e sentido” Nike *apud* [Krause et al. 2006].

Para que esses aspectos sociotécnicos sejam efetivamente considerados durante o desenvolvimento de tecnologias, porém, é necessário integrá-los à realidade do profissional de computação. Isso significa que é necessário estabelecer um diálogo direto entre os aspectos sociotécnicos e a prática científica e profissional da computação — vale dizer, com as disciplinas clássicas da ciência da computação —, de forma que a tomada de consciência sobre a dimensão social de sua atividade realmente proporcione ao profissional de computação um conhecimento orientacional, no sentido proposto por Mittelstrass, isto é, a complementação do conhecimento especialista com uma competência para situar a atividade de sua disciplina em contextos históricos, econômicos e sociais mais amplos [Mittelstraß 1995]. Como afirma Rolf, essa competência pode não apenas auxiliar na identificação de caminhos técnicos relevantes para o futuro, mas também oferecer segurança na avaliação de novos desenvolvimentos, aumentando mesmo a capacidade de inovação do profissional e sua responsabilidade social [Rolf 2006].

Além disso, ao proporcionar um olhar mais abrangente e crítico ao profissional de computação, afasta-se o risco de que uma formação exclusivamente concentrada nos aspectos técnicos gere concepções ingênuas e irrealistas sobre empresas, sociedade, homens e mulheres, tornando o especialista demasiadamente suscetível à influência de mitos e modismos, os quais muitas vezes não correspondem à realidade [Rolf 2006]. Recorrendo ao educador Paulo Freire, podemos dizer que o conhecimento orientacional contribui para a promoção da *curiosidade ingênua* — importante para despertar no educando o interesse, porém, sozinha, insuficiente — à *curiosidade epistemológica* — esta crítica e rigorosamente metódica [Freire 1996]. Podemos encontrar, mesmo, entre as exigências do filósofo alemão Mittelstrass por um conhecimento orientacional que complemente os conhecimentos técnicos especializados uma afinidade com o pensamento de Freire, quando este afirma que: “transformar a experiência educativa em puro treinamento técnico é amesquinhar o que há de fundamentalmente humano no exercício educativo: o seu caráter formador” [Freire 1996, p. 33].

O Modelo Mikropolis (MM) oferece um bom ponto de partida nesse sentido, já que a motivação de seu desenvolvimento é exatamente proporcionar um tal conhecimento orientacional. De fato, ao oferecer uma perspectiva sociotécnica da atividade da computação (Seção 3.1), integrando-a ao micro-contexto das inter-relações entre produtores e consumidores de tecnologias de informação (Seção 3.2) e, ao mesmo tempo, ao macro-contexto social (Seção 3.3) e ao caminho trilhado pelo desenvolvimento tecnológico reconstruído historicamente (Seção 3.4), o MM contribui para orientar o profissional de computação, proporcionando-lhe um instrumento analítico que o permita situar suas atividades dentro do espaço social. A diferenciação analítica entre essas diferentes perspectivas da atividade de computação é operada com o intuito de melhor eluci-

⁶Ver nota 3.



dar aspectos diversos dessa atividade, que, na realidade, estão sempre simultaneamente presentes. O MM possibilita, portanto, uma compreensão das relações e dependências existentes entre as diversas perspectivas, isto é, ele ajuda a clarificar o quão multifacetado e retroalimentado é o processo de transformação engendrado pela interação entre tecnologias de informação, organizações, indivíduos e atores sociais dentro de um mundo globalizado [Krause et al. 2006].

Por outro lado, o MM e os instrumentos teóricos anteriormente considerados foram desenvolvidos na Alemanha, um país de economia capitalista avançada, e portanto em certos aspectos muito distante das necessidades particulares do Brasil e seu contexto social particular. Seria, portanto, interessante aproximar a análise sociotécnica do MM de conceitos oriundos de pesquisas brasileiras sobre a tecnologia, de forma a desenvolver instrumentos analíticos e didáticos especialmente apropriados para o contexto brasileiro. Nesse ponto, é de particular interesse o conceito de adequação sociotécnica (AST) [Dagnino et al. 2004, p. 52]. A AST atua como operacionalização do marco-conceitual da Tecnologia Social (TS)⁷, não no sentido de oferecer um padrão idealizado de tecnologia desejada, mas sim proporcionando uma “bússola” para o caminho que uma configuração sociotécnica vai desenhando ao longo de um percurso que não tem cena de chegada definida [Dagnino et al. 2004, p. 56]. Assim, o conceito de AST e outros desdobramentos dessas pesquisas combinados com o MM poderiam ser utilizados para orientar a atividade de profissionais de computação especialmente de acordo com a realidade do Brasil, ou seja, para introduzir no processo de *design* de soluções tecnológicas em forma de sistemas computacionais um referencial acerca dos aspectos sociotécnicos particulares do contexto brasileiro.

Dessa forma, poder-se-ia contribuir para aproximar o profissional de computação no Brasil da sociedade em que ele se insere, dando-lhe uma consciência mais ampla acerca das dimensões sociais de sua atividade. Para o profissional que atua no mercado, essa consciência pode aumentar-lhe a capacidade de produzir soluções tecnológicas inovadoras que acarretem benefícios econômicos e sociais, aumentando a competitividade do país. Já para um pesquisador acadêmico, essa consciência pode mesmo colaborar para aumentar a sinergia entre o setor acadêmico e a sociedade civil, particularmente o setor industrial — e assim, talvez, melhorar a atualmente baixa taxa de transferência de tecnologia entre esses dois setores registrada no Livro Verde do MCT [Takahashi. 2000, p. 129].

Referências

- [ACM 2001] ACM (2001). *Computing Curricula 2001: Computer Science*. ACM/IEEE-CS. Association for Computing Machinery and IEEE Computer Society: The Joint Task Force for Computing Curricula 2001, CC 2001 edition.
- [Castells 1999] Castells, M. (1999). *A Sociedade em Rede*. Editora Paz e Terra, São Paulo.
- [Coy 1997] Coy, W. (1997). Defining discipline. In Freksa, C., Jantzen, M., and Valk, R., editors, *Foundations of Computer Science*. Springer, Berlin-Heidelberg-New York.
- [da Rocha and Baranauskas 2000] da Rocha, H. V. and Baranauskas, M. C. C. (2000). *Design e avaliação de interfaces humano-computador*. Escola de Computação 2000. USP, São Paulo.

⁷Definida por uma associação de diversas entidades da sociedade civil que compõem a rede de tecnologia social como: o “conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida”[ITS 2004].



- [Dagnino et al. 2004] Dagnino, R., Brandao, F. C., and Novaes, H. T. (2004). Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social. In *Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento*. Fundação Banco do Brasil, Rio de Janeiro.
- [Denning 1991] Denning, P. J. (1991). Beyond formalism. *American Scientist*, 79(Jan.–Feb.):8–10.
- [Denning et al. 1989] Denning, P. J., Cormer, D. E., Gries, D. E., Mulder, M., Tucker, A., Turner, A. J., and Young, P. R. (1989). Computing as discipline. *Communications of ACM*, 32(1):9–23.
- [Dijkstra 1989] Dijkstra, E. W. (1989). On the cruelty of really teaching computing science. In Denning, P. J., editor, *Communications of ACM*, volume 32, chapter A debate on teaching computing science. ACM Press, New York, NY, USA.
- [Floyd and Klaeren 1999] Floyd, C. and Klaeren, H. (1999). *Informatik als Praxis und Wissenschaft*. Tübinger Studentexte Informatik und Gesellschaft. Universität Tübingen, Tübingen.
- [Freire 1996] Freire, P. (1996). *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra, São Paulo.
- [ITS 2004] ITS (2004). *Caderno de Debate: Tecnologia Social no Brasil*. ITS. Instituto de Tecnologia Social. Disponível em: <http://www.itsbrasil.org.br> em 09/02/2006.
- [Kling 1996] Kling, R. (1996). Content and pedagogy in teaching about the social aspects of computerization. In Katz, Y., Millin, D., and Offir, B., editors, *The Impact of Information Technology: From Practice to Curriculum*. Chapman & Hall Pub Co.
- [Krause et al. 2006] Krause, D., Rolf, A., Christ, M., and Simon, E. (2006). Wissen, wie alles zusammenhängt: Das mikropolis-modell als orientierungswerkzeug für die gestaltung von informationstechnik in organisationen und gesellschaft. *Informatik Spektrum*, no prelo.
- [Mittelstraß 1995] Mittelstraß, J. (1995). Der unheimliche ort der geisteswissenschaften. In Engler, U., editor, *Zweites Stuttgarter Bildungsforum. Orientierungswissen versus Verfügungswissen: Die Rolle der Geisteswissenschaften in einer technologisch orientierten Gesellschaft*, Reden der Veranstaltung der Universität Stuttgart am 27. Juni 1994. Universitätsbibliothek, Stuttgart.
- [Rolf 1995] Rolf, A. (1995). Das selbstverständnis der informatik. In Friedrich, J., Herrmann, T., Peschek, M., and Rolf, A., editors, *Informatik und Gesellschaft*, pages 8–12. Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg; Berlin; Oxford.
- [Rolf 2004] Rolf, A. (2004). Skript teil A: Das mikropolis-modell- orientierungswissen für die informationsgesellschaft.
- [Rolf 2006] Rolf, A. (2006). Orientierungskompetenz. Manuscrito ainda não publicado.
- [SBC 2003] SBC (2003). *Currículo de Referência da Sociedade Brasileira de Computação para Cursos de Graduação em Computação e Informática – versão 2003*. SBC. Sociedade Brasileira de Computação, cr99.01 edition.
- [Takahashi. 2000] Takahashi, T., editor (2000). *Sociedade da informação no Brasil : livro verde*. Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília.
- [Winograd 1989] Winograd, T. (1989). Answer to dijkstra’s: On the cruelty of really teaching computing science. In Denning, P. J., editor, *Communications of ACM*, volume 32, chapter A debate on teaching computing science. ACM Press, New York, NY, USA.