

# SEÇÃO 2 MICROELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO

---

Expositores:

Carlos Mammana (SP) ✓

Antônio Mendes (MG)

Debatedores:

Leda Gitahy (SP)

Márcio Augusto Gonçalves (MG)

---

O tamanho relativo do mundo



15,000 A.C. - 1840 D.C.



1850-1930



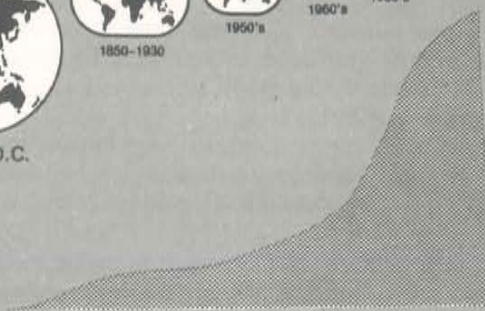
1950's



1960's



1980's



# MICROELETRÔNICA

E

# COMPUTAÇÃO

## Microeletrônica e Sociedade



Carlos Mammana

**G**ostaria, inicialmente, de agradecer o convite e a oportunidade de poder fazer esta palestra, participar deste debate, e, em primeiro lugar, lembrar que minha formação é de engenheiro e que tentarei improvisar um pouco de cientista da área humana, discorrendo sobre o problema cultural da microeletrônica, a estrutura que constitui esta tecnologia, o que me parece ser um ponto específico e fundamental na discussão que temos para a formulação de uma política e de uma estratégia de ataque ao problema em nosso país.

Com o objetivo de formar conceito, gostaria de definir o que eu entendo por cultura, que é o conjunto de hábitos, crenças, conhecimentos, idéias, invenções de um grupo humano. E, dentro desse conjunto de informações, a tecnologia é parte da cultura, quer dizer, o conjunto de informações que constitui a tecnologia é parte da cultura de um grupo humano e a ciência é também parte desse conjunto cultural.

Entretanto, devemos estabelecer uma diferença entre o que se entende por ciência e o que se entende por tecnologia.

A ciência trata de fenômenos e conhecimentos gerais que independem do específico grupo humano, ou seja, busca-se aumentar o conteúdo de informação dentro da ciência, o conteúdo cultural da humanidade, como um todo.

A tecnologia resulta da ação do homem sobre a natureza para gerar bens necessários à sua sobrevivência e esse conhecimento é limitado a um grupo humano particular e está associado, fortemente, ao conteúdo cultural. Esse conjunto cresce dependendo da base cultural e se expande através do aprendizado.

Este conjunto de conceitos é para mim importante porque, muitas vezes, tendemos a misturar ciência e tecnologia e tratar as duas de forma equivalente. Tecnologia não pode ser dissociada da estrutura da cultura. A ciência busca ser estruturada fora do contexto cultural de um grupo particular. O que implica que nas relações de transferências, as relações de aprendizado científico, temos uma atitude, uma metodologia que é necessariamente diferente da tecnológica e, no caso da tecnológica, essa transferência não pode ser feita, a não ser através de um enriquecimento da base cultural, a que está ligado um grupo humano.

Do ponto de vista da tecnologia, podemos considerar duas grandezas como sendo fundamentais para a realização ou suprimento das necessidades sociais. Por exemplo, habitação, saneamento, transporte, alimentação, lazer etc., são viabilizados através do tratamento da energia ou do tratamento da informação de modo adequado, através de artefatos — que são resultados das artes e das engenharias — que se fazem com materiais específicos.

Então, do ponto de vista da riqueza cultural, temos que ter um conteúdo de informação que permita tanto o tratamento da energia como o da informação, para suprir todos esses bens e serviços. E esses elementos não são dissociados uns dos outros, ou seja, as aplicações, a demanda e o suprimento de artefatos, o suprimento da demanda de materiais são inter-relacionados através da ação sócio-econômica do grupo social.

Quando penso em termos do desenvolvimento autóctone de uma tecnologia, tenho que levar em conta que ele se dá através do amadurecimento do sistema cultural. Isso ocorre através de um conjunto de agentes.

Em primeiro lugar, o elemento de detecção das necessidades sociais: isso é um problema complexo tanto do ponto de vista conceitual como do ponto de vista da engenharia que determina quais são as necessidades a serem supridas; ou seja, como é que eu específico o sistema que vai fazer aquilo que a sociedade quer; como é que eu detecto a vontade e a necessidade social. Talvez pudéssemos discutir quais seriam esses elementos de detecção, mas são, realmente, parte da tecnologia. Nós, às vezes, tendemos a separar, desde o problema do **marketing**, os problemas de levantamento de mercado, avaliação de situações sociais e assim por diante.

Em segundo lugar, o elemento de geração de conhecimentos sobre a natureza, onde a exploração do mundo que nos cerca é levada avante através de uma série de atitudes e onde mais fortemente ocorre a ação científica. Entretanto, não necessariamente, esses conhecimentos sobre a natureza precisam ser metodologicamente científicos. Posso saber certas coisas sobre a natureza sem um método rigoroso, científico, indutivo, para o estabelecimento desse conhecimento.

Em terceiro, o elemento de produção industrial; uma vez que eu tenha determinado qual o sistema e o artefato, de que maneira eu produzo.

Em quarto, o elemento de formação de pessoal e de transformação e memorização das informações tecnológicas, que estão interligados; primeiro, a criação da força de trabalho especializada e, em segundo lugar, a transferência da informação memorizada para essa força de trabalho, de tal maneira que ela seja aditiva na sua atuação e não apenas repetitiva em relação ao tipo de coisa. Então, como é que



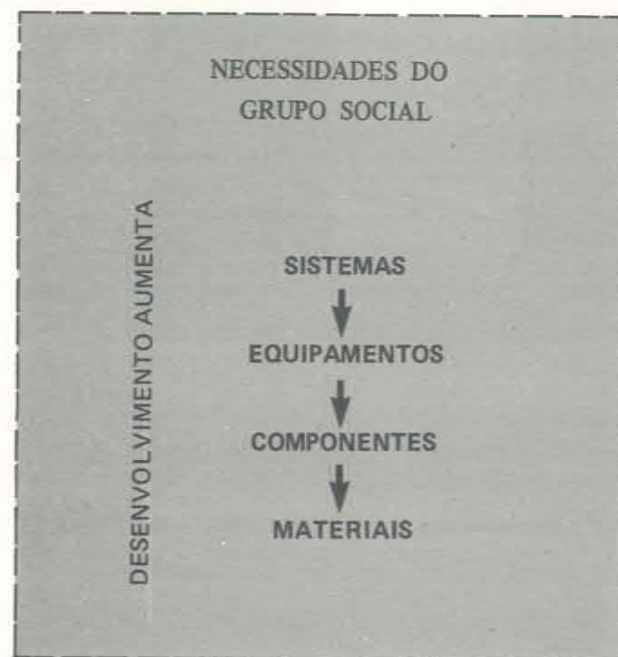
Portanto, a microeletrônica é uma etapa do desenvolvimento da tecnologia da informação e esse desenvolvimento se baseou sobre o desenvolvimento da indústria como um todo. Com o aumento da complexidade das relações sociais, a partir da revolução industrial em que a base foi o tratamento da energia, passamos à informatização em que a base é o tratamento da informação, que são evoluções tecnológicas. Fig. 2.2.

FIGURA 2.2



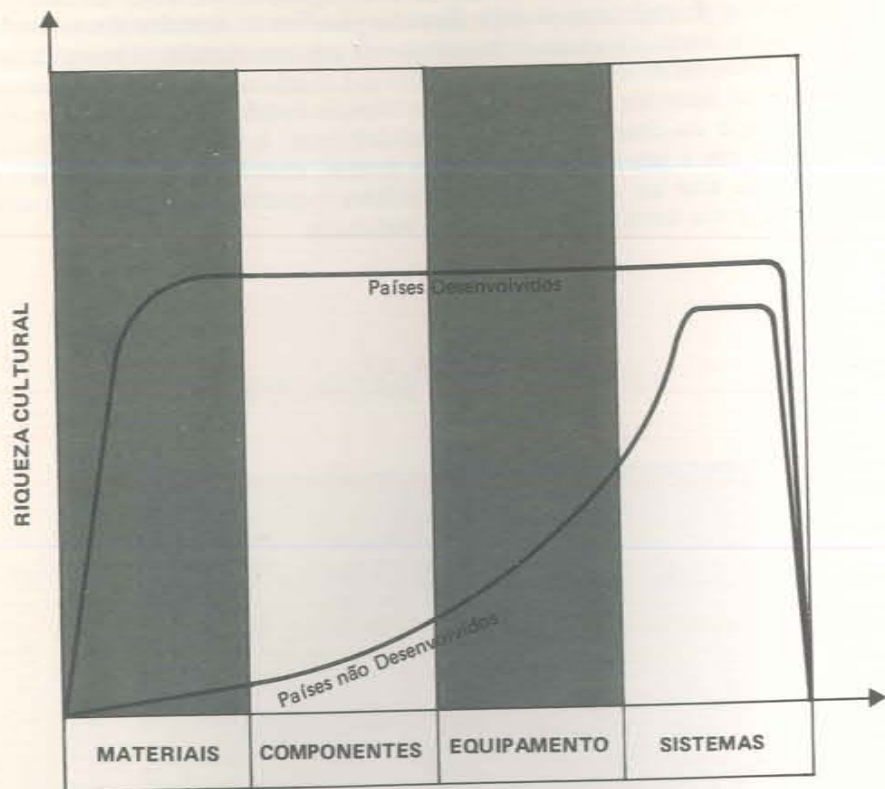
Na figura 2.3 mostra-se um aspecto importante no que se refere à riqueza cultural, necessária para o desenvolvimento tecnológico, na tecnologia da informação, e que é explicitada através desse fluxo simples. Temos, inicialmente, a necessidade do grupo social, de qualquer forma que ela seja manifestada. A busca da sua satisfação é através de sistemas equipamentos que constituem os sistemas, os componentes e os materiais. Quanto maior é o número dessas etapas que eu domino, maior é o que eu chamaria o meu desenvolvimento, a minha riqueza cultural, portanto. E esse é um aspecto importante porque, muitas vezes, confundimos a capacidade de usar um equipamento ou de fazer e montar um sistema com uma detenção do poder tecnológico de decisão e realização.

FIGURA 2.3



Na figura 2.4, temos um exemplo que procura qualitativamente refletir isso. Se nós pusermos nas ordenadas algum elemento proporcional, que chamaria da riqueza cultural, e nas abscissas, materiais, componentes, equipamentos e sistemas, veremos que os países ditos desenvolvidos têm um conhecimento – e não só de conhecimento, mas atividade industrial – razoavelmente distribuído pelos vários itens. No caso dos países não desenvolvidos vamos encontrar uma grande capacidade de especificar sistemas e uma capacidade cada vez menor de realizar esses sistemas.

FIGURA 2.4



Os objetivos fundamentais da microeletrônica, e que foram a razão do grande impacto que ela teve sobre toda a estrutura industrial-moderna, são:

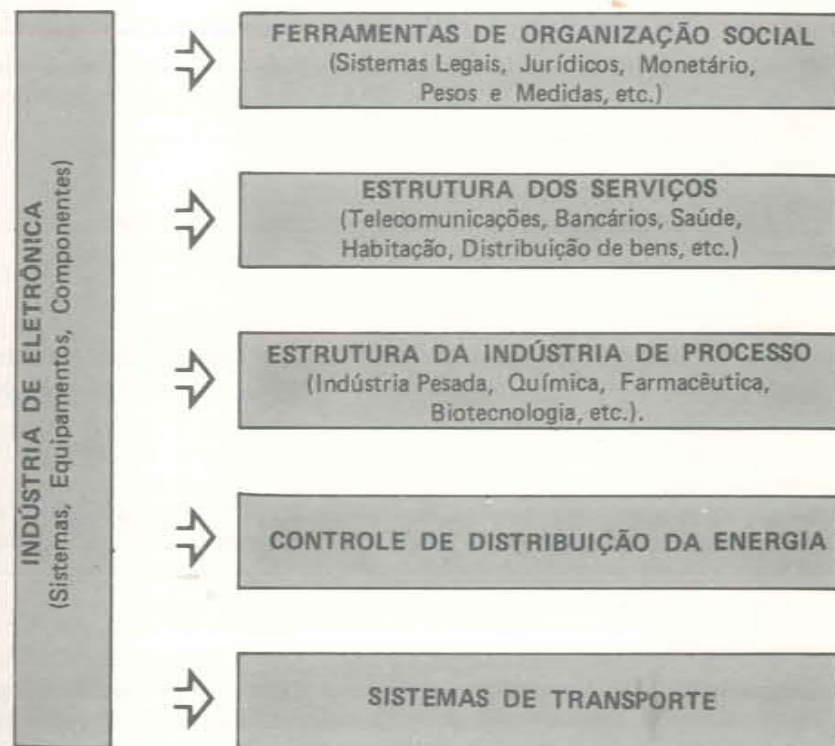
- a) a diminuição do custo por função (uma função nós podemos codificar dizendo que é uma função lógica ou algum outro tipo de função, mas a realização de funções por meios materiais tem um certo custo e a microeletrônica tende a dar uma diminuição drástica nesse custo);
- b) a diminuição no consumo de energia (associada aos estados representativos de um valor, de uma função) também é fundamental devido ao consumo da energia mas também em relação à dissipação de calor nesses equipamentos;
- c) a diminuição do peso e volume;
- d) uma coisa extremamente importante é o aumento da complexidade dos sistemas possíveis aliado ao aumento da confiabilidade. Aqui é preciso fazer uma

pequena digressão, que é a seguinte: eu posso imaginar sistemas extremamente complexos; entretanto pode ocorrer que eles possam não funcionar durante todo o tempo com as especificações para as quais estão construídos. A confiabilidade é a possibilidade de funcionarem dentro das especificações num dado tempo. Sistemas muito grandes tendem a falhar bastante e a microeletrônica diminui essa taxa de falhas. Esse é, talvez, um dos maiores impactos que a microeletrônica trouxe para a realização dos equipamentos. E, como consequência, acelera-se o desenvolvimento e disseminação da tecnologia da informação.

Na figura 2.5 apresenta-se o impacto da indústria eletrônica.

FIGURA 2.5

IMPACTO DA INDÚSTRIA ELETRÔNICA



Analisando o conjunto de relações entre a indústria de eletrônica, incluindo aqui sistemas, equipamentos e componentes com as demais áreas sociais, constatamos que essa indústria teve um impacto sobre as ferramentas de organização social. Essas ferramentas de organização social recebem um impacto muito importante na disseminação dessa capacitação do tratamento da informação através da eletrônica, viabilizada pela microeletrônica; a estrutura dos serviços; a estrutura da indústria de processo tende a se alterar bastante em todas as áreas; o controle de distribuição de energia; sistemas de transporte e assim por diante. Então, a abrangência desse impacto é muito grande e muito profunda.

No caso da própria indústria de eletrônica, a microeletrônica tendeu a alterar a estrutura no momento em que a engenharia do sistema, que realiza uma função, passa a se confundir com a engenharia do componente. Isto muda a estrutura das empresas e modifica a estrutura do conhecimento do engenheiro. Quer dizer, o engenheiro tem que mudar sua atitude em relação à sua produção.

Como consequência de todo esse processo, as tendências na indústria de bens finais podem ser caracterizadas da seguinte maneira:

- a) uma tendência de digitalização, cada vez usando funções mais complexas, com velocidades mais altas e com problemas de interface com o mundo analógico, ou seja, o nosso mundo de seres humanos;
- b) a necessidade de um suporte de **software**, com complexidade crescente, com problemas em eficiência de produção, de custo e de controle de qualidade;
- c) problemas de **hardware**, em que a microeletrônica, a micromecânica e a optoeletrônica tendem a convergir; automatização da montagem, automatização do teste e, principalmente, o projeto do sistema sobre o silício;
- d) e quanto aos produtos, como consequência da velocidade de projeto que é viabilizada pelas demais ações, produtos de alta rotatividade e com competitividade baseados em funcionalidade e qualidade.

Do ponto de vista dos produtos observam-se duas convergências tecnológicas (Fig. 2.6): uma delas que está bem ligada à eletrônica profissional, telecomunicações e informática, convergindo para o que se chama telemática ou infortele ou qualquer outro nome que se queira dar, e um outro que é menos visível, talvez, que é a convergência de eletrônica de consumo com a eletrônica profissional, da qual um dos exemplos mais importantes é o disco laser. Ele é realizado através da aplicação da eletrônica profissional com técnicas de produção de alto volume.

FIGURA 2.6

## CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA



Na indústria de microeletrônica as tendências são, de um lado, as **commodities** (microprocessadores, memórias etc.), que tendem a ser produtos gerados por grandes fábricas com capitais da ordem de um bilhão de dólares; fala-se em 700 a 800 milhões de dólares, no mínimo, para se entrar no negócio; e de outro lado, os circuitos dedicados com fundições de silício disseminadas, com investimentos ou capital da ordem de 100 milhões de dólares, em projeto disseminado. São duas estratégias de ataque diferentes e que dependem do tamanho de mercado, da filosofia e do poder econômico do grupo empresarial envolvido.

Por outro lado, a indústria de microeletrônica tende, cada vez mais, à automatização, não só no projeto, como no processo, que leva a uma retração das operações **off shore** no sentido de que muitos dos procedimentos de criar fábricas no exterior para se ter vantagens com mão-de-obra barata tendem a desaparecer. E, do ponto de vista da tecnologia, a detenção da tecnologia passa do processo específico para o projeto associado à capacidade da produção do bem de capital, do bem de produção do circuito integrado. Ou seja, o detentor da tecnologia é o detentor do processo, mas há uma disposição de mudança para o processo ser associado ao próprio bem de capital e, portanto, quem gera a tecnologia tem que gerar o bem de capital. Isto é uma mudança estrutural, também.

Resumindo, então, a respeito dos impactos sócio-culturais, podemos falar em primeiro lugar sobre o impacto nos usos e costumes: uma aceleração da disseminação da informação, na conformação da informação, a intensificação dos contatos culturais que levam a uma série de tensões e alterações de usos e costumes. No caso da estrutura dos serviços, muito claras são nas comunicações, nas ferramentas de organização social — em que se pode pensar em comércio, distribuição de mercadorias, sistemas legislativo, jurídico, financeiro, saúde, sistema de ensino etc. É muito importante, também, a estrutura de empregos, que pode se alterar, às vezes, drasticamente, com o deslocamento de mão-de-obra, gerando empregos de maior conteúdo tecnológico e uma tendência para enviar pessoal do setor de manufatura para o setor de serviços, causando, dessa forma, uma série de problemas que estão sendo estudados, inclusive, no momento.

Termino aqui minha exposição. Coloco-me à disposição de vocês para quaisquer esclarecimentos.

Muito obrigado.



## Antônio Mendes



Enho aqui, com o máximo prazer, para falar sobre um tema, no mínimo, bastante polêmico, que são os impactos da informática na educação. Gostaria de fazer algumas considerações iniciais.

Essa questão é muito vasta e eu vou ter, inclusive, de pagar um pouco por isso, por ser uma área nova e controversa. Tentarei, durante a palestra, dar uma visão bem global desse problema e, provavelmente, as situações mais específicas, mais detalhadas, talvez possam ficar para o debate. É importante que possamos ver esse aspecto do ponto de vista da educação de informática, educação para a informática e educação com a informática. Na verdade, me concentrarei mais nesse último aspecto do problema.

Falarei um pouco sobre as possibilidades atuais da informática na educação, as tendências e alguns desafios que existem para os diversos atores dessa área. Não abordarei o lado muito tecnológico, as maravilhas que a tecnologia pode fazer nesse campo; ficarei mais restrito e descreverei um pouco mais a nossa realidade atual e, em função dela, talvez, iniciarei uma discussão de quais são as tendências e os perigos etc.

Também não ficarei muito voltado para uma linha que é muito comum quando se discute essa área, exatamente por ser muito polêmica, que são os pontos positivos e negativos da informática.

Confesso que, atualmente, estou mais otimista que há algum tempo atrás e, talvez, irei passar um pouco desse otimismo para vocês. Na verdade, quando uma pessoa não pensa nesse problema, ao refletir sobre a informática na educação, costuma ficar chocada, pois a realidade educacional brasileira é, realmente, uma questão muito séria. As pessoas ficam chocadas quando pensam em uma escola, no interior, com professores semi-analfabetos, ensinando analfabetos, sem as mínimas condições de estudo, sem as mínimas condições físicas, sem merenda, sem telhas na escola etc. Esse é um problema que certamente vai ser lembrado aqui neste debate. Provavelmente, algum de vocês irá levantar esta questão e, antes que isso aconteça, já estou falando de uma vez.

Nosso projeto é muito mais um trabalho de pesquisa e de estudo. Para usar o computador é preciso ter muita cautela. Na verdade, o computador passa a ter sentido à medida que pensamos no processo de ensino e aprendizado. Não faz o mínimo sentido o computador concorrer com a merenda, com as condições físicas da escola; ele só passa a ter significado à medida que for possível uma mudança do processo de ensino e aprendizagem existentes.

No Brasil, como também em outros países, está acontecendo a mesma coisa.

Nos Estados Unidos, onde existe muita experiência, equipamentos, escolas em todos os níveis, recentemente estão dando uma parada para pensar, porque realmente as coisas não estão indo tão bem como se imaginava. Na verdade, o importante, agora, é que tenhamos uma visão crítica do problema.

Como toda tecnologia, ela pode ser bem como mal usada. O importante é nos apropriarmos dessa tecnologia para dirigi-la de acordo com as nossas necessidades. Vai depender muito de quem vai se apropriar e para que vai ser apropriada essa tecnologia. Na verdade, existem, atualmente, muito mais perguntas do que respostas concretas: como é que o professor se envolve com esse problema da informática? A informática está cada vez mais chegando perto da escola, está entrando na escola.

A própria Fundação João Pinheiro, há algum tempo atrás, desenvolveu uma pesquisa sobre a informática nas escolas particulares. Isso ocorreu há uns dois anos, se não me engano. Naquela época, praticamente todas as escolas particulares tinham computador; atualmente, nem se fala. Provavelmente, a maior parte delas não sabe o que fazer com ele. Existe a necessidade de se estudar, pesquisar e achar o melhor caminho para o uso dessa tecnologia.

As certezas que temos, atualmente, e são poucas, é que usar computador na escola — quando falo escola significa de todos os níveis, mas enfocarei aqui o ensino do primeiro e segundo graus e talvez dê a eles uma dimensão maior — não é dar cursos (linguagem de computação tipo BASIC, COBOL etc.); não é fazer clubes onde as crianças e os jovens vão trocar figurinhas, descobrir o último programa que foi pirateado não sei de onde; realmente não é uma coisa assim. Também não são os programas de instrução programada.

E isso é basicamente o que tem sido feito aqui no País, nesta área: são programas que você simplesmente anima, coloca uma cor, um som, um plin-plin, então a criança interage com aquele programa e, muitas vezes, o computador simplesmente é um passador de páginas eletrônico. Não tem o mínimo sentido o computador chegar para ser, simplesmente, usado para informatizar o caos da educação atual. E, também, em termos de substituição do professor, achamos que a informática tem o sentido, e, talvez, o papel de colocar o professor no lugar correto.

Quais são as barreiras, as dificuldades para a utilização da informática no ensino?

Como já falei, há o problema do posicionamento das pessoas. Nossa sociedade, em princípio, não tem uma abertura para a tecnologia: ela reage à tecnologia. O bom uso da informática tem que ser em função de uma mudança dentro da organização, dentro da escola. Então, na verdade, todos os problemas de inércia, a própria reação das pessoas à mudança, ao novo — isso, inclusive, é bem nítido no sistema educacional — realmente faz com que a informática não seja bem usada até em termos do ensino público.

Existem poucas experiências no País: basicamente existe alguma coisa no Rio Grande do Sul, talvez seja o Estado mais avançado nessa área; temos cidades como Novo Hamburgo; no Paraná, tem algum trabalho feito, parece que no governo an-

terior e no atual não tem mais; São Paulo também possui algumas experiências em andamento, Minas Gerais não tem praticamente nada.

Outro problema sério é o da qualidade dos programas educacionais existentes. Está formando-se uma tendência, principalmente nos Estados Unidos, em ser um grande mercado; por exemplo, numa livraria, ao lado de um livro de geografia, eu tenho um software educativo sobre tal assunto, sobre o Brasil, relevo, clima etc.

Há empresas, inclusive no Brasil, dedicadas ao desenvolvimento de programas educacionais para serem usados em escola. A qualidade desses programas é muito ruim; do ponto de vista pedagógico são elementares. O governo, através do MEC, fez, recentemente, um concurso. A idéia do MEC seria tentar levantar o mercado existente no País em termos de software educativo. Nós, de Minas Gerais, tiramos o primeiro lugar num dos itens do concurso. Talvez não haja grande vantagem nisso, principalmente se vocês virem os outros softwares que estavam lá à disposição. A qualidade não passa simplesmente de uma instrução programada muito pobre.

Outro problema complicado em relação a isso é a avaliação. É muito difícil, se você avaliar o ensino... O computador tem uma característica: ele interfere na escola. Se você coloca um computador na escola, a motivação, quer dizer, o ambiente torna-se outro, completamente diferente. Então vemos pesquisa de avaliação aqui no Brasil, onde você coloca o computador na escola e, praticamente, todo mundo passa. Alunos que tinham problemas de repetência, de evasão e, de repente, a turma toda passa. É um fato que dá para assustar: será que é tão bom assim? Mas, na verdade, é que nós imaginamos que o computador cria uma ferramenta de trabalho do professor, mas que também modifica o ambiente na escola, pelo menos num certo período. Vemos, também, muita avaliação científicista, baseada em turmas de controle e estatísticas, coisas desse tipo, mas o real, o que está acontecendo na cabeça das crianças no processo do ensino é muito pouco.

E outro ponto também é a capacitação na área. Realmente, é uma área nova e existe a necessidade de treinamento em vários níveis, formação, capacitação, desde o ponto de vista de sensibilidade até o ponto de vista de criar especialistas nessa área. Vamos aos Congressos e constatamos que existem muitas pessoas falando a respeito dessa área, mas o que sentimos é que não há quase nada em termos de uma prática concreta.

Como é possível usar o computador, considerando as tecnologias atuais?

Basicamente, através de duas linhas em que nós usaríamos o computador como o tutor que são, exatamente, através de exercícios, questões, ou alguma simulação feita através de um tutorial que o computador passa com um certo conteúdo. Normalmente, aqui, são feitos exercícios e questões na base de instrução programada. Talvez o mais rico seriam simulações que, em certas áreas, são o mais interessante: onde se possa similar um experimento físico que, muitas vezes, é difícil de montar na sala de aula.

A outra linha é o computador como uma ferramenta pedagógica. Isso é possível através de linguagens que foram desenvolvidas ou podem ser usadas, mais



voltadas para a educação. A mais famosa de todas é o chamado **LOGO**, que é uma linguagem desenvolvida para ser utilizada na educação, que valoriza o processo de ensino. A idéia do **LOGO** é permitir que as crianças aprendam a aprender e não aprender um conteúdo específico. Então, a idéia é que você crie micro-mundos, quer dizer, ambiente de ensino. Por exemplo, sabemos que as crianças aprenderiam muito melhor francês se estivessem na França, exatamente porque existe um ambiente que leva a criança a aprender francês. A idéia é você criar no computador um ambiente, chamado micro-mundo, que levaria a criança, por exemplo, a aprender melhor matemática, física ou português. São ambientes concretos, motivantes, que facilitariam o desenvolvimento dos conhecimentos da criança. É claro, para fazer tudo isso, é importante que se tenha uma visão pedagógica-educativa. O que temos feito na Universidade, até agora, é tentar discutir esses problemas e formular uma linha de ação, um conjunto de procedimentos que reflita, exatamente, uma postura clara, precisa, do ponto de vista educacional.

Mesmo com as limitações atuais, do ponto de vista de se fazer **software** educacional, é possível, adotando-se certos critérios e procedimentos, fazer com que um **software** seja melhor do que o outro.

Numa forma bem esquemática, eu poderia fazer um **software**. Teria que preparar a criança, permitir, reconhecer as estruturas cognitivas existentes na criança, quer dizer, fazer ela agir o conceito para, depois, conceituar. Uma vez feito isso então posso formalizar a coisa, utilizar o conceito, para permitir uma transformação do conhecimento. Na verdade, os **software** que existem por aí, as pessoas os fazem sem se preocupar com isso. Os **software** que temos feito, apesar de, em última análise, poderem ser considerados uma instrução programada, na verdade, têm uma estrutura um pouco diferente do **software** convencional. É claro que é um programa que nós achamos limitado, mas está evoluindo. Existem técnicas atuais que permitem ter um programa desse tipo em um nível muito mais avançado.

Basicamente, posso usar o computador de várias formas e talvez a mais difícil de todas seja o computador na sala de aula.

Até o computador chegar um dia à sala de aula, provavelmente a sala de aula já acabou. Há, realmente, dificuldades do professor aceitar a mudança, não só isso mas também do ponto de vista de custo. Na verdade, só tem sentido o computador entrar na sala de aula à medida que o professor se dispuser a mudar sua prática pedagógica. Provavelmente, nem todos os professores vão entrar nisso, tem que ser desenvolvido **software** adequado, saber quem é que vai desenvolver, se vai ser a indústria, o governo; existem vários pontos a serem discutidos.

Outra utilização seria fora da sala de aula, criando-se um ambiente. É aquela idéia do **LOGO**. Eu crio um outro ambiente fora da sala de aula, um ambiente de ensino que vai favorecer, indiretamente, a sala de aula. Então as crianças vão aprender a resolver os problemas, vão aprender a aprender usando a informática e, quando acontecer que elas aprendam matemática ou português, talvez isso facilite. Existe uma grande polêmica em relação a isso: se isso acontece ou não. Unsavam que sim, outros que não.

Outra linha seria a de criar centros de recursos em vez do computador na sala, na escola; você teria um centro de informática na educação, onde os professores

e alunos iriam eventualmente para fazer programas especiais. Essa é a linha do governo, atualmente, e existe um programa do MEC de criar, em todas as Secretarias de Educação do País, principalmente em termos estaduais, esses centros, chamados "Centros de Informática Educativa". Quer dizer, o governo já treinou, formou pelo menos dois indivíduos de cada Secretaria de Educação, na Universidade de Campinas, através de um curso de especialização, inclusive nós participamos. E o próximo passo seria, exatamente, a instalação dos computadores, da infra-estrutura necessária para a criação desses centros nas Secretarias de Educação.

Outra linha que, no Brasil, ainda está muito incipiente é a do ensino à distância, usando técnicas de tele-ensino. Essa seria a base da situação atual da informática, da possibilidade de uso da informática na educação.

Vamos ver o que pode, daqui para a frente, causar maior impacto. Os micro-computadores, à medida que vão evoluindo, permitirão uma interação mais rica e inteligente com o aluno.

Os periféricos, como o vídeo-disco, o **CD-ROM**, vão tornar possível fazer **software** educativos muito mais ricos, vão poder misturar uma cena de uma coisa real com uma coisa gerada pelo computador. Por exemplo, no caso do **CD-ROM** não podemos imaginar que tipo de implicação ele vai ter na educação como teve, por exemplo, o aluno usando maquininha de calcular; muitos professores proibiram a máquina de calcular na escola. Todo o conhecimento que a escola leva anos para passar está numa maquininha, pequena, de fácil acesso (talvez não seja tão fácil assim, mas tende a ser).

O que a escola vai fazer? As redes de ensino, quer dizer, a interligação de escolas, de salas, de alunos. A disponibilidade do sistema de informação de formar bases de conhecimentos disponíveis usando tecnologia mais amigável como interação, como indicação; a ligação das diversas mídias de comunicação: televisão, computador, vídeo-cassete.

Os **softwares** também. Atualmente já existem, para fazer programas educativos, os **softwares** chamados sistemas de autor. Quer dizer, uma pessoa, não sendo necessariamente o programador de computador, consegue fazer um programa relativamente sofisticado sobre um assunto específico: matemática, geografia... A tendência desse **software** é ser chamado mais inteligente.

Do ponto de vista instrucional, a própria ciência da cognição, juntando-se psicologia, filosofia, inteligência artificial, é uma evolução que, certamente, vai pesar nesta área da educação.

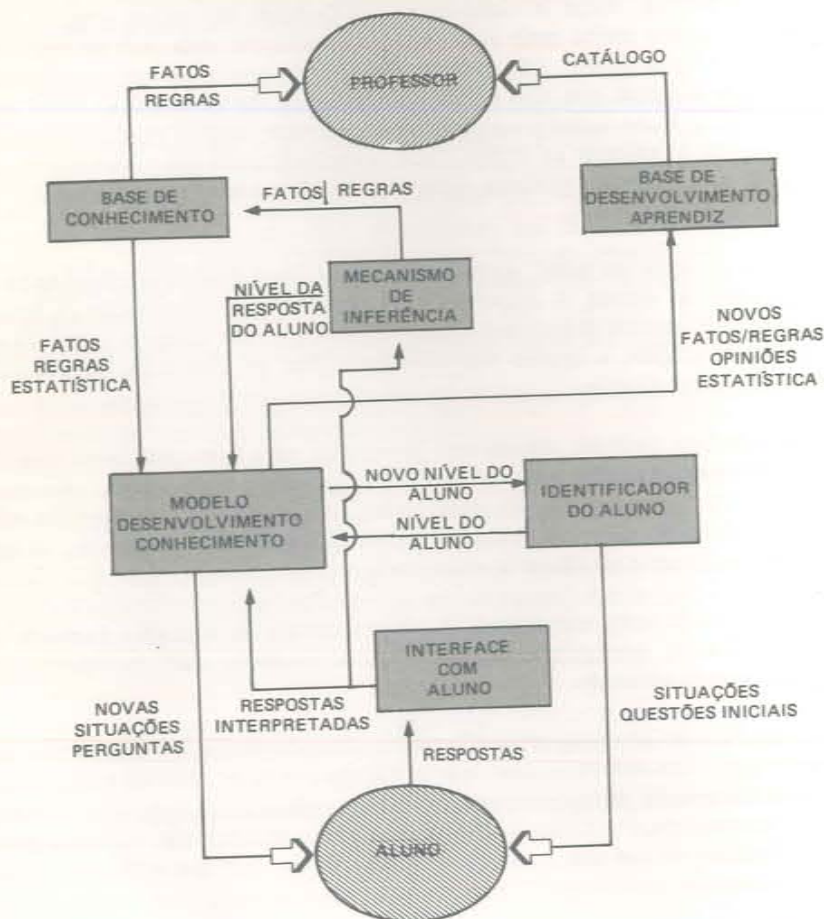
Estou falando dos programas educativos, da linha do computador como um professor, como um instrutor, um tutor e não do ponto de vista do computador como uma ferramenta pedagógica; no caso seria a utilização da linguagem **LOGO** e o **LOGO**, atualmente, é a forma mais rica de se usar o computador. A criança pode usá-lo facilmente, só que isso exige um professor competente que interprete as reações, os problemas, os erros que as crianças estão cometendo.

Do ponto de vista de fazer um **software** específico para um conteúdo específico, temos vários problemas dessa natureza: na verdade, a seqüência das ações

são feitas por um professor. Quer dizer, quando o aluno erra em alguma coisa, quem definiu, anteriormente, foi o professor e é, em função daquele momento ali, do erro, e não do que aconteceu para trás que será dado o próximo passo. Quando um aluno responde uma pergunta, não sei se ele tem o conhecimento, se está usando o conhecimento. Então, na verdade, ainda é muito elementar esse processo de reconhecer a situação de cada aluno e, em função dela, poder agir no software correspondente.

FIGURA 2.7

SISTEMAS INSTRUCIONAIS INTELIGENTES



A partir disso está começando a aparecer um outro tipo de abordagem, em função das técnicas de inteligência artificial, que chamamos de Sistemas Instrucionais Inteligentes. (Fig. 2.7). Tem-se um software educacional mais inteligente, no sentido de que ele funciona um pouco mais parecido com a forma em que as pessoas raciocinam, tomam decisões; ele é capaz de agir de forma menos sequencial e agir, inclusive, em função de situações que aparecem no momento e não de acordo com uma certa seqüência predefinida.

Basicamente, a idéia seria separar uma base de conhecimento sobre um certo assunto. Por exemplo, nós estamos desenvolvendo um programa com essa filosofia na área de geografia; então, vamos ver o relevo de Minas Gerais, as ocorrências de minérios no Estado. Feito isso, através de uma interface com o aluno — identificando a situação do aluno durante o processo de construção de conhecimento — e eu tenho, do outro lado, um módulo doutrinal pedagógico que define, em função das situações anteriores do aluno, em função da resposta a certas perguntas, o que deve ser feito de forma completamente independente e não de forma sequencial. Seria um sistema em um nível um pouco mais acima do convencional. Já existe sobre isso todo um conjunto de investigações e, claro, isso tem um preço; exige computadores maiores, a coisa está em fase inicial, é uma área de pesquisa, ainda.

Em termos de problemas, de impactos, selecionei dois aspectos que gostaria de discutir e deixar, talvez, como sugestão para o debate: um é o problema da diferença crescente que existe entre o rico e o pobre e o que a educação, com uso da informática, tem a ver com isso; e, também, a questão da educação fora da escola.

Na verdade, o que está existindo — creio que todos concordam comigo — é que, cada vez mais, o nível de qualidade na educação no País diminui. Parece que, em princípio, a educação em termos da escola particular, tende a ser melhor que a escola pública. Na verdade, muitas pessoas justificam a utilização da informática, inclusive pela escola pública, como uma maneira que se teria para diminuir esse fosso. É claro que estou pensando que o computador vai ser um elemento — aí entra o meu otimismo, que mencionei no início — para melhorar o processo de ensino e aprendizagem. À medida que isso acontece, na verdade posso justificar a utilização da informática na escola e, principalmente, na escola pública.

Outra característica é o problema da indústria do futuro que já foi citada, que é a indústria da informação, Quem vai estar preparado para ter emprego nessa indústria? Provavelmente é a pessoa que vem de uma escola particular, mais bem dotada e que teve, naturalmente, primeiro, acesso ao computador. Na verdade, se quero criar emprego, se quero tornar esse processo mais democrático, tenho que, também, colocar o computador na escola pública.

Outro ponto seria o computador fora da escola. A informática está permitindo uma situação bem singular que até agora não acontecia, porque a educação passou a ser um ótimo negócio. O grande mercado, que está se abrindo em termos de computadores e redes, está relacionado com a educação. Para viabilizar a indústria dos computadores, a educação tem que sair da escola. Isso já está, em princípio, definido fora, principalmente no nosso centro de decisão. Vemos isso através das próprias empresas de comunicação, a Globo, entre outras, que está investindo forte nisso. Daqui a pouco todo o conhecimento que a escola passa estará disponível

vel em casa, ou na rodoviária etc. E como a escola e o professor vão ficar em relação a isso? Certamente seria uma coisa que teríamos que discutir.

O que acontece atualmente? Há certos tópicos que uma escola deveria estar abordando ou discutindo, ou valorizando, como: tipo de memorização, processamento da informação, o desenvolvimento da inteligência, a criatividade, a socialização etc. Nossa escola é a escola da memória, e a universidade ajuda muito nisso à medida que ela coloca um vestibular que força as pessoas cada vez mais a decorar coisas para depois esquecê-las o mais rapidamente possível.

Se hoje isso está acontecendo, certamente, daqui a alguns anos vai ocorrer, porque o computador vai ser mais eficiente do que o professor nessa faixa; se o professor não evoluir, o computador irá substituí-lo. Já vimos escolas, aqui em Belo Horizonte, que estão investindo em informática e, daqui a um ou dois anos no máximo, vai ser possível a uma escola dessas pegar todo um conjunto de programas de informática, por exemplo, na área de física, seja através de vídeo-cassete, programas de computador etc., e entreter as crianças durante um semestre completo, talvez com um monitor de baixo custo. E o pior, a meu ver, é que as crianças vão achar melhor do que o sistema atual. A nossa utopia, no caso, é que a informática seja um fator que consiga, realmente, mudar esse papel do professor. Quer dizer, que ela gere uma crise — a informática é muito boa para gerar crise — de tal maneira que o professor saia da posição dele de dono do poder, do saber, saia do pedestal, e vá para junto das crianças dirigir a cena, participar e aprender junto com as crianças.

Temos um grande desafio: o essencial é mudar o sistema educacional existente porque do jeito que está não dá para ficar. Como mudar isso é que é o problema: essa é a nossa utopia. Mas vamos conseguir modificar a situação que está aí. O processo tem que começar através de pequenos exemplos, quer dizer, com você hoje, a sua sala de aula, tem que trabalhar em função disso, até, é claro, o problema político tem que ser mudado. A Constituinte está aí.

O importante é a apropriação que nós fazemos dessa tecnologia. É um desafio. Temos que ser capazes de dominar a informática, inclusive para negar, saber usar adequadamente e, se for o caso, não usar. Mas, antes de tudo, utilizar de forma competente. Esse é o "x" da questão, pelo menos no meu ponto de vista.

Era isso que eu queria falar.



---

## DEBATEDORES

---

A SRA. LEDA GITAHY:

---

Comentarei as falas do professor Mammana e do professor Mendes em duas partes. Creio não ter muito o que acrescentar ao que eles já colocaram sobre a possibilidade imensa do uso da informática e da tecnologia de informação.

O que vou tentar fazer é colaborar para armarmos um debate. Farei isso a partir da famosa discussão sobre os efeitos positivos ou negativos da tecnologia.

Sobre os efeitos sociais, eu a organizo em quatro grandes grupos. Primeiro, os da sociedade pós-industrial; depois, temos as teses sobre a degradação do trabalho. Em geral, a versão "sociedade pós-industrial" é uma versão otimista; as teses sobre a degradação, que vêm na linha do Braverman e antecessores, são teses mais pessimistas, passando pelas dos ciclos longos de Kondratief, de Schumpeter, de que o prof. Herrera falou esta manhã, que tratam de periodizar as crises e as mudanças tecnológicas, da Revolução Industrial para cá; tentam fazer uma periodização e armar uma explicação para isso: Posteriormente, temos os escandinavos, com as novas estratégias de acumulação do capital, e os franceses, com a Escola de Regulação. Mas o interessante em tudo isso é que existem muitos pontos em comum. Em alguns tópicos, toda essa gente muito diferente está de acordo. E eu tentarei colocar esses pontos.

O primeiro é que a crise atual é o resultado do esgotamento do modelo de crescimento de relações político-sociais, que vão se afirmar no mundo, internacionalmente, após a Segunda Guerra Mundial. Esse modelo está associado a uma determinada matriz-padrão ou paradigma técnico-econômico.

Essa crise aponta para um processo de profunda reestruturação de todo o aparato produtivo e mesmo das relações políticas e sociais. Creio que isso ficou claro nas intervenções que me antecederam. Sua análise não pode ser reduzida à questão da dimensão econômica; sem dúvida terá que levar em conta o social, o político e o cultural.

Para evitar o determinismo tecnológico, é preciso considerar a gênese e a história da produção social, da ciência e da tecnologia. Esse novo padrão acentua a tendência capitalista de elevar, continuamente, a composição técnica do capital. E finalmente que, nesse processo, está-se alterando a divisão internacional do trabalho, a divisão social e sexual, e estão se modificando as formas de articulação entre as relações sociais de produção e mesmo as de reprodução, ou seja, as próprias estruturas familiares e de relações inter-pessoais. Até nesse nível as coisas estão se

alterando.

Sobre a questão dos efeitos, eu vou armar um leque bipolar, quer dizer, irei mostrar um lado e o outro. Sociedade do tempo livre, de um lado; sociedade do desemprego, do outro. De um lado, maior autonomia, liberação, criatividade; do outro, maior heteronomia, controle, a sociedade totalitária, digamos. A possibilidade descentralização versus o aumento da centralização. E a maior qualificação do trabalho dos seres humanos versus a degradação das condições de existência. Ou seja, de um lado nós temos "1984", do George Orwell, ou, então, "Não Verás País Nenhum"; e, do outro, nós temos todas as novas utopias de uma sociedade finalmente humana, igualitária, a partir dessas grandes possibilidades tecnológicas.

Quando passamos para os estudos empíricos, constatamos uma variedade de efeitos tremendos. Veremos que, num país, houve melhoras numa região, com a introdução de novas tecnologias, e, noutro lugar, um retrocesso em função de uma série de variáveis. Quer dizer, esse processo será diferenciado, segundo as características dos processos de produção, ao nível do país, região, setor, e mesmo em diferentes partes de uma mesma planta industrial. A forma que assume a introdução vai depender das características dos padrões de concorrência, das vantagens comparativas dos diversos países, setores e regiões. Dependerá, também, das próprias organizações sociais e políticas dos diversos segmentos sociais. A determinação das novas qualificações requeridas não depende só das características tecnológicas, que dão um limite, mas das características dos mercados de produto e de trabalho, das estruturas organizacionais e das políticas sindicais. E é preciso ver os efeitos diretos e indiretos, analisando, inclusive, a inter-relação entre os mercados de trabalho formal e informal.

No Brasil, a difusão da microeletrônica começa nos anos 70, no sistema bancário e no sistema industrial. Estamos assistindo a esse processo, não é? Ele é concomitante com o início da recessão e da crise do modelo de relações industriais dos anos 70. Ou seja, todo o modelo de gestão da indústria que teve êxito até os anos 70, nesse período se esgota. E o próprio sistema político passa a ser questionado; temos a abertura e o processo de redemocratização. É nesse contexto que vão surgir, nas empresas, duas situações. Por um lado, experiências novas de gestão da força de trabalho: CCQ, KAN-BAN, grupos semi-autônomos, comissões de fábrica, novas formas de relação empresa/sindicato, enfim, uma verdadeira reorganização. E isso é simultâneo com a introdução de novas tecnologias, ou seja, muda o padrão de concorrência, mudam as condições políticas, modifica-se também o padrão tecnológico no caso, porque, para enfrentar o novo modelo de concorrência, é necessário mudar esse padrão. E, para ele funcionar, precisará de um suporte diferente.

Aqui, existe uma idéia interessante, que creio que vale a pena colocar: é o "paradigma tecnológico". Usarei a definição da Carlota Perez, do CENDES, na Venezuela. Ela associa a idéia de paradigma a um conjunto de princípios de senso comum para a tomada de decisões técnicas e de inversão. Ou então, em linguagem de sociólogo, é um conjunto de práticas sociais que se impõem como as mais eficientes ou racionais, num determinado período. Quando esse período se esgota, elas deixam de ser as mais eficientes, e irão surgir outras normas.

FIGURA 2.8

PARADIGMAS TECNOLÓGICOS

NOVO PARADIGMA	PARADIGMA ANTERIOR
1) CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS:	
Alto Conteúdo de Informação	vs Alto Conteúdo Energético e de Materiais
2) CARACTERÍSTICAS DA PRODUÇÃO:	
Produto Flexível	vs Produção em Massa
a) Economias de Especialização Baseadas na Flexibilidade	vs Economias de Escala Baseadas na Homogeneidade
b) Alto Ritmo de Mudança Técnica	vs Estratégia da "Mudança Mínima"
c) Sistemas Configurados pelo Usuário	vs Produtos Definidos pelo Fabricante
3) NOVOS CONCEITOS DE EFICIÊNCIA ADMINISTRATIVA:	
a) Organização da Empresa Modelo Sistemico Ênfase nas Conexões e Interrelações	vs Modelo Analítico Divisão em Setores. Departamentos, etc. Estrutura Piramidal
b) Adaptação da Produção à Demanda: Acompanhamento Dinâmico "On Line"	vs Planificação Periódica
c) Um Novo Tipo de Gerente Perfil Técnico-Econômico mais Interconectado, com Visão de Sistema	vs Capaz de Escolher o Caminho Correto com Base em Informações Escassas
d) Sistemas de Controle: Redes Descentralizadas	vs Burocracias Hierarquizadas

Na figura n.º 2.8 temos, primeiro, as CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS, que o professor Mammana já abordou na sua exposição. O alto conteúdo de informação no novo paradigma versus o alto conteúdo energético e de materiais. Quanto às CARACTERÍSTICAS DA PRODUÇÃO temos: produção flexível, produção em massa. Economias de especialização baseadas na flexibilidade, economias de escala baseadas na homogeneidade. Temos alto ritmo de mudança técnica, a estratégia da mudança mínima.

O tema "SISTEMAS CONFIGURADOS PELOS USUÁRIOS X PRODUTOS DEFINIDOS PELOS FABRICANTES" implica novos conceitos de eficiência administrativa. A organização da empresa, anteriormente, era feita num modelo analítico. Ela estava dividida em setores, departamentos, em estrutura piramidal. Com a organização da empresa em função de um modelo sistêmico, a ênfase passa a ser nas conexões e inter-relações. Tínhamos, antigamente, a planificação periódica, e, hoje, a adaptação da produção à demanda, o acompanhamento *on line*, o que exige um novo tipo de gerente. Anteriormente, o eficiente seria o capaz de escolher o caminho correto, com base em informações escassas; agora o gerente precisa ter uma visão mais sistêmica. Quanto aos sistemas de controle nós passamos das burocracias hierarquizadas para sistemas de controle de redes descentralizadas.

Quanto à passagem de um modelo para outro, existem outras versões, como, por exemplo, a escandinava, que é um pouco diferente, mas acho que podemos deixar de lado. A mudança de um modelo para outro supõe profundas modificações culturais e de mentalidade, principalmente na questão que o professor Mendes abordou que é a da educação. Ou seja, os desafios são imensos, num período de extremas transformações. As possibilidades, tanto as pessimistas quanto as otimistas, estão aí. Elas existem. Por outro lado, a possibilidade de escolha é muito grande. A possibilidade de influenciar, no período em que não se afirmou ainda o novo modelo, é imensa. Daí a necessidade de políticas para enfrentar todos esses problemas. É possível saber o que queremos, como país ou como instituição, nos mais distintos níveis. Com as possibilidades da nova onda de inovações, é tratar de usar e definir as direções.

Finalmente, gostaria de deixar uma pergunta ao professor Antônio Mendes. Creio que as possibilidades de uso da informática na educação são imensas. Mas, como é que ele encara isso, dentro da política educacional brasileira? Acho que política educacional é um ponto-chave para podermos passar, de forma competitiva, de um modelo ao outro. O nosso sistema educacional está em péssimas condições. Como ele vê essa passagem? Quais são as medidas que considera necessárias? Durante a sua exposição foi muito abordada a questão da reação do professor. Mas o problema não é a reação do professor. Em todo processo de mudança existe essa questão das reações dos vários segmentos. A questão que considero muito séria, na educação, é a da deterioração das condições de trabalho do professor. Ou seja, da época em que fui para a escola até o tempo dos meus filhos, o emprego do professor passou a ser de última categoria. Inclusive nós sentimos, às vezes, em salas de aula, mesmo nas escolas particulares, que ele colocou, um desnivelamento cultural entre o aluno e o professor. Então, nessas condições, como é que ele vê a introdução da informática nesse contexto da rede educacional?

---

## RESPOSTA DE ANTÔNIO MENDES:

---

A pergunta da professora Leda remete àquele desafio de que falei no final da minha exposição. A situação do professor, no nosso sistema educacional, é muito séria. Além de todos os problemas que ela citou — salários, más condições de trabalho etc. — ainda chega a informática. E todo mundo está dizendo que, se a informática entrar na escola, a educação vai sair da escola, e coisa desse gênero. Realmente, não é uma posição muito confortável.

Na verdade, o grande problema que existe é relativo à política. Eu acho que não existe uma política ou existe uma política interesseira, de baixo nível. Agora, como conseguiremos mudar esse processo? Claro que isso não é uma coisa que se faça do dia para noite. Minha esperança é que a informática, talvez, acelere essa crise. Como eu disse, muita gente vai passar a ganhar dinheiro com a informática. Aqui em Belo Horizonte mesmo já estão aparecendo empresas nessa área, já estão ensinando aquilo que, até então, apenas a escola ensinava. Assim, vão passar a ensinar física, química, através da informática. São empresas que, até pouco tempo atrás, ensinavam BASIC. Naturalmente, essas empresas terão mercado.

Como é que se modifica essa situação? Do ponto de vista da universidade, o nosso grande papel, atualmente, é no nível de capacitação de pessoal. Nós temos de formar cada vez mais pessoas, na área, que tenham uma noção exata do problema e se sensibilizem com ele. Creio que isso é muito importante. Neste país, a maior parte dos professores, infelizmente não tem condições de reconhecer que é preciso mudar alguma coisa. Nós ainda estamos muito longe do nível em que as pessoas reconhecem que é preciso mudar. Então, temos de dar pequenos exemplos, hoje e amanhã. Esse é um processo longo. É claro que não é só uma pessoa, mas, sim, o país inteiro que vai mudar essa situação. Realmente, é um processo bastante complicado.

No nosso caso, do projeto EDUCOM, somos um grupo de trabalho interdisciplinar, envolvendo professores da universidade, de várias áreas — Educação, Filosofia e Ciências Humanas, Computação. Nós passamos por um processo longo de formação do próprio grupo, um processo que teve de amadurecer com o tempo. E agora estamos numa fase de colocar para fora da universidade toda essa nossa experiência. O nosso trabalho nesse programa, que não é nosso, mas do MEC, seria um traba-

lho com a Secretaria de Educação, em nível estadual e municipal, através da criação do Centro de Informática Educativa e através de outro programa, o FORMAR, que é exatamente a formação, pelo menos no início, de alguns professores que consigam fazer proliferar todo esse processo. E o que já sentimos claramente na educação, temos de passar pela educação primeiro. Então, na verdade, a Informática vai ser, talvez, uma maneira que teremos de reavaliar e repensar todo esse processo de ensino. No fundo, essa é a nossa utopia.



---

## O SR. MÁRCIO AUGUSTO GONÇALVES:

---

O meu ponto de vista é mais micro. Pediria desculpas com relação a isso, mas, tendo em vista a minha área de dedicação, preparei um trabalho mais voltado para a microeletrônica e como ela se relaciona, verdadeiramente, com a computação. A computação é uma área bastante jovem, bem como a sua utilização, com pouco mais de quarenta anos, embora seus princípios se reportem ao momento em que o homem utilizou os dedos para indicar e informar quantidades.

A computação se encontra em sua 4ª geração. Na primeira geração, tínhamos válvulas, transistor LSI, circuitos de alta integração, e VLSI atualmente, já na 4ª geração, que são os circuitos de altíssima integração. Faço questão de frisar o nome do prof. Von Neumann, matemático proeminente, que orientou a passagem do sistema de operação decimal para o sistema binário, nos computadores, bem como o sistema de processamento serial, que é utilizado até hoje, ou seja, o processamento do passo-a-passo, dentro do computador.

O que significa essa evolução, 1ª, 2ª, 3ª, 4ª geração? Na 1ª geração, para a execução de um milhão de operações no computador, o tempo consumido era maior que um mês, e custava US\$ 1 000,00 a execução desse volume de operações. Na 2ª geração, o tempo de operação já era de 1 segundo, e o preço caiu para US\$ 0,75. Na 3ª, o tempo era de 0,5 segundos. E assim, foi caindo sucessivamente. Podemos notar que em 15 anos, de 45 a 60, o tempo caiu de um mês para um segundo, no período de 1960 para 1970, caiu 10 vezes. Ou seja, está-se atingindo a velocidade máxima que se pode obter no processamento de um computador.

Falando, em termos de custo/desempenho, especialistas dizem que a expectativa atual é de que o custo de operação do computador decrescerá, segundo o fator 100, até 1997, e que o custo da máquina vai cair numa proporção de 20 a 30% mensalmente, já que, na relação custo/desempenho, se você eleva o desempenho, reduz o custo. Se hoje temos equipamentos em nossas mesas, microcomputadores, com o poder de fogo que, até algum tempo atrás, se encontrava apenas em mainframes, pode-se supor, através da evolução da relação custo/desempenho, que nos próximos anos veremos o microcomputador da nossa mesa produzir os mesmos efeitos, trazer os mesmos resultados que os mainframes atuais.

Como é que se aumenta a velocidade de um computador? Existem duas formas: ou você aperfeiçoa o desenho lógico interno do computador, ou você faz com que os dispositivos microeletrônicos que ele contém operem mais rápidos. O aperfeiçoamento do desenho lógico do computador já está se fazendo. E está evoluindo de forma fantástica. Quem, hoje, nunca ouviu falar de supercomputador ou vector machine? E há, também, computadores de 5ª geração, também ditos "equipamentos não Von Neumann, ou seja, os computadores de processamento paralelo, ou de multiprocessamento, verdadeiramente simultâneo. Os supercomputadores atuais utilizam o sistema de simultaneidade simulada, quer dizer, eles não são realmente simultâneos. Consistem, atualmente, na montagem de até 200 processadores,

cada um deles executando uma tarefa distinta no mesmo intervalo de tempo, o que traz uma idéia de simultaneidade.

A outra alternativa é através da evolução dos dispositivos microeletrônicos. Essa evolução depende do próprio limite das características do silício, do limite físico do silício. Ou seja, quando o semicondutor tem suas dimensões o mais reduzidas possível, o material vai perdendo suas qualidades. Se você usa um material como isolante e o reduz ao mínimo possível, ele deixará de ser isolante. O mesmo se diz em relação à sua condutividade. O material pode perder sua propriedade. Então, já havendo esse esgotamento, parte-se para a 5ª geração, quer dizer, será necessário um salto qualitativo dentro dos processadores, dos computadores ou a utilização de novos materiais.

Mesmo havendo esse excesso de desenvolvimento com relação ao **hardware** — foi visto que toda a evolução computacional ainda está fundamentada no **hardware** da microeletrônica, sua tecnologia eletrônica —, eu diria que, uma vez que já estão se esgotando as capacidades do silício, partimos agora para novos materiais. Esses novos materiais que aumentam o desempenho são fatores determinantes para os próximos passos da computação.

Já o **software**, parte extremamente importante da computação, está, ainda, completamente dependente do **hardware**, a não ser em caso de nova geração de **software** onde este seja um gerador, quer dizer, uma máquina que possua um **software** que desenvolva **software** para qualquer problema a ele apresentado, tome decisões e aprenda com eles e com estímulo externo. Esta é uma meta da 5ª geração de computadores, dotados de inteligência artificial.

Gostaria de encerrar minha breve exposição, deixando uma questão para o professor Mammana. Eu queria que ele comentasse — que existe um esforço deliberado, por parte das nações industrializadas, em não tratar a tecnologia como bem cultural que ela é, mas como mercadoria e objeto de transação comercial; e que a tecnologia, por ser habilidade, não se compra nem se transfere, mas se desenvolve na prática. Como ele vê isso?

---

#### RESPOSTA DE CARLOS MAMMANA:

---

A pergunta, como foi formulada, tem ramificações bastante complexas. Tentarei abordar algumas delas. Os países desenvolvidos entendem a tecnologia como um objeto, digamos, mercadológico, como uma coisa que tem valor de mercado, em contraposição ao fato de que a tecnologia existe com base na cultura, envolvendo habilidades que não se compram. Concordo com isso. Acho que a visão é exatamente essa.

De fato, quando há um investimento feito por uma empresa, para a realização de um dado processo ou para a viabilização de uma determinada invenção, uma dada concepção, associa-se, necessariamente, um valor a esse conjunto de conhecimentos. Nós ou qualquer outro grupo humano separado daquele, que estamos olhando o desenvolvimento e os resultados desse processo tecnológico, dizemos: “Puxa! Nós queremos também! Queremos participar desse troço.” Para participar, eu digo: “Quero fazer um negócio com você: você me ensina e eu vou também fazer”. Esse “me ensina” é que fica mal explicado. Então, o cara diz: “Ensino, sim. Custa tanto!” Eu pergunto: “E como é que você me ensina? O fulano diz: ‘Olha, eu lhe dou um pacote de papel, 30 dias de treinamento, e assim terei transferido a tecnologia.’ Nós acreditamos nisso, compramos essa coisa e dizemos: ‘Bom, agora eu tenho a tecnologia! Tem pessoas que dizem até o seguinte: ‘Eu ponho lá uma fábrica igualzinha à minha aqui, ensino a pilotar a fábrica, você sai pilotando, e você tem a tecnologia.’”

Acontece que essas são as coisas que nós entendemos de uma maneira muito linear, muito simplificada. Qualquer negócio tecnológico — olhando aqui sob o aspecto específico de negócio — não envolve apenas o processo, e muito menos o produto, mas envolve todo um conjunto de ações, inclusive gerenciais, de marketing, de controle da produção é do produto etc. Isto é o conjunto tecnológico. E um conjunto tecnológico dessa natureza não pode estar dissociado do grupo humano dentro do qual ele está inserido. As condições de marketing de um grupo humano são diferentes das condições de marketing de outro grupo.

Então, de fato, transferir tecnologia é um negócio extremamente complicado, do ponto de vista da análise, e, certamente, é feito nos negócios, dentro de limites extremamente bem definidos. Nós não podemos transformar a idéia “compra de processo, compra de licença de produto” e confundi-la com aculturação, ou melhor, com enriquecimento cultural. Nem é uma aculturação, porque a aculturação é um arremedo de cultura. Então, temos de tomar um cuidado muito grande com esse aspecto de olhar a tecnologia como um bem que se compra. Do ponto de vista da atitude política, da atitude estratégica de embasamento tecnológico, não há dúvida de que a única alternativa que resta a qualquer grupo social é a de exercer essa função. No momento em que nós prescindimos do exercício da função, achando que temos a tecnologia, nós de fato não estamos tendo a tecnologia. E exercer a função não é só produzir; é educar para a produção, é preparar o homem de amanhã. É um problema de atitude. E aí vem um tema que acho importante comentar aqui. É um assunto muito geral, talvez um pouco idealista. Nós reclamamos muito que não temos as coisas e dizemos que gostaríamos que fosse diferente. Por exemplo, no caso do problema do ensino, gostaríamos que os nossos professores tivessem melhor remuneração e que nós dispuséssemos de um sistema de ensino melhor etc. O problema que está na base disso, a meu ver, não é nem financeiro nem, necessariamente, político imediato. É um problema de postura. Quer dizer, nós, como indivíduos, queremos ou não queremos isso? Nós temos ou não temos consciência, para que se forme a vontade da nação, a fim de que esse problema seja resolvido? É nesse momento que eu acho que nos devemos questionar: será que a nossa cabeça não está sendo um pouco diferente daquilo que dizemos que gostaria que fosse? Acho que a primeira atitude é pensar nisso. E, em seguida, propor. E, aí, eu gostaria de lembrar o impacto da própria tecnologia da informação sobre essa postura. Hoje, nós temos veículos de formação de opinião, temos veículos de disseminação das opiniões. E que importância têm eles para a formação dessa própria atitude



de, a atitude de mudar o futuro? Cada ação que faço hoje é uma ação que tem repercussão no futuro, qualquer que ela seja. O encadeamento de acontecimentos é, inevitavelmente, entrelaçado. Cada acontecimento tem a sua probabilidade mudada pela probabilidade do anterior. Se eu não modifico minha atitude, eu não mudo o futuro. Então, eu creio que não podemos ficar apenas dizendo: "Puxa! Alguém venha aqui! Que nos salve!" Nós temos de refletir e encontrar esse caminho.

Microeletrônica  
e Sociedade



---

## DEBATE COM O PÚBLICO

---

A Sra. Desger Myriam Ventura Campos (Fundação João Pinheiro):

---

O aluno não pensa, ele foi proibido. Foi uma coisa imposta, inclusive, pelo próprio modelo que se aplicou aqui. O professor Antônio Mendes colocou a experiência de um projeto em que estão acontecendo coisas diferentes. Por exemplo, o aluno que repete sempre, ele passou. Então, eu queria perguntar se isso levou ao saber, à criatividade. Ele conseguiu criar? E como tiraríamos o professor do tablado, do pedestal, para ele vir aprender com o aluno?

---

### RESPOSTA DE ANTÔNIO MENDES:

---

O problema crítico da nossa educação — inclusive todos nós temos experiências pessoais nisso — é que a escola está ficando cada vez mais um ambiente em que as crianças, os alunos não estão querendo ir. Em outros países, a violência que ocorre nas escolas está crescendo muito. Vemos casos de escolas que têm de chamar até a polícia, para resolver problemas internos, como tóxicos etc. Realmente é um problema muito sério. Existe muito pouca discussão, poucas pessoas pensando e pouca coisa concreta sendo realizada, para, pelo menos, atenuar esse tipo de problema.

Na verdade, se o computador tem alguma coisa a ver com isso aí, acho que seria, talvez, algo até superficial. Entendo que a essência do problema está muito distante disso. Aliás, o que temos visto é que o computador, como uma nova tecnologia, com aquela aura que tem de “cérebro eletrônico”, muitas vezes leva as crianças, os jovens a terem um interesse muito grande por ele. Isso é um fato concreto, não há a menor dúvida. Colocar um computador numa escola é um fator de motivação muito grande. O problema é, realmente, o da avaliação, como você mesmo falou. Por exemplo, o caso que eu citei foi uma experiência realizada no Rio Grande do Sul, em que a Secretaria de Educação, junto com a universidade, fez um projeto numa escola noturna, em que algumas turmas foram acompanhadas, com a utilização do computador e sem a utilização do computador. O que aconteceu é que, no final do ano, apareceu uma diferença clara, bem distinta. A minha pergunta é exatamente esta: será que foi só o computador que fez isso? Eu creio que não. Inclusive, quando você faz uma experiência desse tipo, a primeira preocupação da criança ou

do pai da criança é com o emprego. Nós desenvolvemos uma experiência em Venda Nova (MG) na escola pública Pedro Guerra, e, na reunião que fizemos com os pais para discutir o problema, uma mãe perguntou: "Dá licença, professor! Meu filho vai ter emprego, por causa disso? Então, a imagem do computador é a de que vai dar emprego ou tirar emprego. Então, quando você faz um trabalho desse tipo, as crianças vão lá com outros objetivos. Isso seria um ambiente, pois, na verdade, à medida que o computador entra nesse processo, ele altera as condições. Por isso, você tem de tomar muito cuidado, porque é muito difícil ter um controle, fazer uma avaliação disso. Existe o que chamo de "avaliação mais cientificista", com estatística, turmas de controle, comparações etc., e há grupos que acham que isso aí não vale nada. Na verdade, o que o pessoal faz é um processo em que se vão anotando as reações. Por exemplo, a criança vai usando a linguagem LOGO, e o professor vai anotando aquilo que vai acontecendo. Depois, fora da aula, interpretará a reação da criança, por que ela reagiu daquele jeito, quais os problemas que ela teve. Em função disso, ele pode fazer medidas corretivas em relação ao ensino.

Todas essas experiências têm sido de pesquisas. Isso, não só no Brasil, mas acho que na maior parte do mundo. Na verdade, o computador está ainda muito periférico, na escola. Existe muito mais polêmica e discussão. O que talvez seja uma coisa concreta é que está se tornando um ótimo negócio. A tecnologia está se desenvolvendo para tornar isso possível, está ameaçando o professor ou a escola. Agora, a tecnologia do uso da Informática é que ainda está muito distante. E aí é que está o nosso desafio. Eu acho que não há como fugir dessa questão. Nós temos de enfrentá-la. Temos de ser capazes de apropriar essa tecnologia, ser capazes de avaliar ou fazer experimentos, para ter competência, inclusive, de negar o uso do computador.

Não sei se respondi a sua questão.

---

O Sr. Heitor Garcia de Carvalho (Faculdade de Educação/UFGM):

---

Eu, propriamente, não vou formular uma questão, mas contar algumas pequenas histórias para ampliar o debate.

Primeiramente, tenho de agradecer aos presentes a contribuição financeira, porque todos aqui pagam impostos, e eu estou aqui apenas retribuindo, parcialmente, esse pagamento, que me permitiu estudar no exterior durante um período. O primeiro caso que vou abordar ocorreu em Montreal, Canadá, onde eu estava. Aconteceu num congresso que reuniu pessoas vindas do Japão, dos EUA, de vários países da Europa. O encontro era sobre a aplicação de computadores na indústria, no comércio etc. Irei comentar o caso da Northern Telecom que, me foi contado

por um dos diretores dessa companhia, que faz telefones. É uma das grandes empresas de telecomunicações canadenses.

Ele contava, há mais ou menos dois anos atrás, um fato que teria ocorrido há quatro anos. Eles produziam telefones. E esses telefones que eles produziam no Canadá, com a tecnologia que detinham, eram vendidos por US\$ 90,00. Nesse período, eles começaram a sofrer a concorrência dos produtos do Sudeste Asiático. E tiveram de enfrentar essa competição. Para enfrentá-la, voltaram às mesas de projeto e se concentraram na aplicação de computadores no processo de fabricação, lembrando que a mão-de-obra deles era mais ou menos 20 vezes mais cara do que a do Sudeste Asiático. Depois desse processo de reorganização da fábrica, de reorganização do projeto do telefone, conseguiram fazer um aparelho melhor e vendê-lo por US\$ 12,00.

Esse exemplo é para mostrar, ligeiramente, o impacto que essas tecnologias estão tendo na reformulação do parque fabril dos países mais avançados. Assim, eles puderam conservar o emprego dentro do Canadá, conservar sua produção de mercado e baratear o custo. Ou seja, a manutenção do trabalho nos países do Primeiro Mundo vai passar, necessariamente, por esse processo de automatização e por todo um processo tecnológico em relação à produção.

Uma outra pesquisa realizada em Montreal mostrou o impacto desses processos nas companhias telefônicas, de seguros, entre outras. Eles mostraram que essas companhias dobraram sua produção e não aumentaram o número de funcionários.

Dentro desse impacto nas companhias telefônicas, de seguros, bancos etc., há uma coisa muito particular que interessa à metade da população, isto é, a população feminina. É que essas companhias são as grandes empregadoras da mulher. A mulher está trabalhando muito em vendas e em processamento de informações, como arquivos, datilografia etc. Essas companhias, ao informatizarem o serviço de escritório e outras atividades dessa natureza, fazem com que a mão-de-obra feminina seja reduzida proporcionalmente. Não houve desemprego, mas houve um aumento da produção com o mesmo número de funcionários, sendo que a mão-de-obra feminina empregada no setor foi empregada em outras áreas, não se criando novos empregos nesse campo.

Ainda nessa linha, temos a questão colocada pela dra. Leda, que é a desqualificação do trabalho. Um fluxograma do trabalho da telefonista mostrava que, com a automatização dos processos utilizados, ela passou a ter, em 42 operações, somente duas operações em que tinha alguma decisão a tomar. Aquilo tudo passava a ser um processo automático, e ela ficava ali quase que assistindo a isso.

O dr. Carlos Mammana abordou o grande impacto na absorção da mão-de-obra e a utilização dos países do Terceiro Mundo como mão-de-obra barata. Como mostramos na primeira história que contamos, torna-se mais barato produzir, nos países do Primeiro Mundo, com o uso de robôs e processos tecnológicos mais informatizados, do que exportar essas fábricas para países de mão-de-obra de baixo custo. Leia-se "Brasil".

É difícil prever, mas, pelo que assisti lá, durante esses quatro anos, eu estimo que, em 10 ou 15 anos, nós não vamos ter mais essa exportação de fábricas para

aproveitamento de mão-de-obra barata. E o que vai acontecer com os países que não dominarem essas tecnologias, não me perguntem, porque não sei dizer. Mas tendo a pensar que se vai estar muito mais para Chade ou para Bangladesh, do que para qualquer outra coisa, com o meu respeito a esses países que não têm culpa de ter essas condições atuais.

Quanto à difusão dos computadores em relação à sociedade, no Brasil ainda se discute se vão ou não introduzir. O computador já é considerado um bem como o telefone, e é um negócio que não se discute. Em outros países, se você tem energia elétrica, você tem telefone. No Brasil, isso ainda é um problema. Mas a tendência é essa. Por quê? Porque esses processos economizam mão-de-obra, produzem uma modificação da estrutura, e a economia da mão-de-obra é o principal para os processos de produção capitalista. Quanto menos mão-de-obra, menos custo. Muitas pessoas pensam que a máquina vai ser mais cara que o homem, mas não vai. A máquina, no fim, é sempre mais barata do que o homem, por mais cara que ela custe inicialmente nos processos de produção desse tipo. O que houve nos países desenvolvidos no Primeiro Mundo foi o deslocamento da mão-de-obra do setor primário — hoje, por exemplo nos EUA e no Canadá, a agricultura detém apenas 3% da população, e vai diminuindo ainda mais — para o setor secundário e, depois, para o setor terciário. Agora, esse processo vai se acelerando cada vez mais. A manufatura está reduzindo pessoal. E o próximo campo será o serviço de escritório, o serviço de processamento de informação. A redução nessa área será violenta.

Como é que os computadores estão se difundindo na sociedade? Nós conhecemos a máquina de fotografar Sonora: a pessoa paga o filme e ganha a máquina. Na França, atualmente, já existem cidades onde você paga o telefone e ganha o computador. Quer dizer, ao invés de produzir uma lista telefônica de grande volume, carregá-la, distribuí-la, atualizá-la etc., eles dão ao sujeito um computador. E o computador, através da linha telefônica, fornece o telefone que o sujeito precisa. Esse computador é dado de graça. O que se vende são os serviços de telefonia e os serviços do tipo “disque amizade”, ou seja, há uma série de serviços que são vendidos, através de várias companhias. Portanto, a difusão disso na sociedade é inevitável. E nós chegamos a um custo baixo desses serviços. Nem vamos falar nos EUA, onde, na área da educação, nas escolas, há mais de um milhão de computadores, e há muito mais nas casas do que nas escolas. Em Quebec, onde estava, há programas em que o governo dá computadores para todas as escolas. No Japão — isso também é conhecido — as crianças fazem cursinho pré-escola, maternal. Depois, entram na escola primária, na escola secundária, posteriormente na Universidade de Tóquio, e todos serão empregados pelas grandes companhias. Então, os pais gastam muito dinheiro para colocar as crianças no pré-vestibular, digamos assim, da escola maternal.

Quer dizer, são realidades que temos de enfrentar. Elas vão chegar a nós, um dia ou outro, ou na forma de acompanharmos essas realidades, ou na forma de sofrermos as conseqüências por não as termos acompanhado.

Ainda sobre essa questão da educação, é muito mais fácil trabalharmos com as crianças. As crianças podem usar o computador, sem problema nenhum: começam a aprender, começam a fazer os joguinhos e muitas outras coisas que elas vão aprendendo ali, sem nenhum receio. Ao passo que os adultos criam toda uma mitologia e ficam com medo de botar a mão naquilo lá e estragar aquela coisa.

Vocês ouviram há pouco tempo, pela televisão, a notícia de que algumas crianças entraram nos computadores da NASA e da Europa. O Congresso americano, quando precisou determinar a segurança dos computadores, não chamou nem os doutores da NASA nem os da IBM. Ele chamou um rapaz de 17 anos, que tinha entrado em todos esses sistemas, e ele foi o consultor para segurança dos computadores. Nós não precisamos ter muito medo de como as crianças vão introduzir isso, não. Elas vão passar na nossa frente seguramente. É aí que se insere o problema do professor. Ele vai chegar, como foi colocado aqui, com a deterioração do seu salário. A deterioração do salário traz uma deterioração das classes sociais de onde provém o professor, e faz com que crianças na escola tenham mais conhecimento e mais possibilidade de acesso à informação do que o próprio professor. Nos EUA, por exemplo, existem universidades que dão cursos assim: você faz uma assinatura, recebe o disquete, você põe o seu computador e tem as programações. A classe média está colocando os recursos dos computadores nas mãos das crianças. Elas vão para a escola e não encontram no professor uma resposta desse tipo, pois o professor não tem o recurso financeiro necessário para isso.

Mas quero chamar a atenção para um outro problema que foi levantado num congresso mais recente. Um professor, pesquisador, estava falando a respeito do treinamento de trabalhadores nas indústrias de automóveis da França. Ele contou que, há uns 10 anos atrás, quando chegava um sujeito da zona rural, eles o punham lá e lhe ensinavam o que tinha de fazer. Agora, porém, o sujeito chega da zona rural da França, vai trabalhar na fábrica, e o que é que ele tem de fazer? Para ele, ele não está fazendo nada. Por quê? Porque existe um monte de equipamentos que funcionam automaticamente, e o que ele tem de fazer é supervisionar esses equipamentos e saber como eles trabalham, para detectar alguma falha, algum problema. Ou seja, utilizava-se a linguagem LOGO, para mostrar ao trabalhador como funcionava um braço mecânico. Assim ele ficava sabendo que, quando estava lá olhando, ele estava trabalhando. E como ele estava trabalhando? Estava só vendo aqueles números que ficavam passando ali, para, quando aparecesse um número diferente, ele saber que devia fazer tal e tal coisa. Isso provocou um problema muito sério, porque o sujeito chegava para trabalhar na fábrica e não sabia que estava trabalhando. E, como não sabia que estava trabalhando, ele podia também não responder às necessidades daquela fábrica totalmente automatizada.

Então, temos também de pensar já como vai ser a educação do próprio trabalhador no futuro. As escolas provavelmente vão ficar para trás, mas as empresas, pelo menos, terão de se adaptar à nova realidade.

Com relação ao custo dos equipamentos, nós vemos, por exemplo, que o computador Comodoro 64 estava custando inicialmente, há três anos atrás, US\$ 800,00 no mercado. Há um ano atrás, os cálculos mostravam que a Comodoro estava produzindo isso a US\$ 35,00, o que dá mais ou menos, na cotação de Cz\$ 70,00 o dólar, uns Cz\$ 2.100,00. Ou seja, o custo do hardware para esse tipo de aplicação caseira está baixando demais, o que, forçosamente, vai fazer com que isso seja adotado em larga escala. Quando fiz minha tese de Mestrado, eu tinha de escrever, uma secretária datilografava, eu conferia, passava ao orientador, o

orientador conferia e corrigia, eu fazia novas correções, e a tese voltava à datilógrafa. O processo demorava um mês. Quando eu precisei reformular minha tese, fui ao computador e, numa semana, reformulei todo o trabalho que havia sido feito. Então, a redução é um fenômeno e significa a diminuição do trabalho.

Não precisamos pensar que o computador não vai substituir o professor, porque vai. O computador já está começando a substituir os especialistas. O engenheiro, por exemplo, já está começando, em parte, a ser substituído, à medida que sistemas especialistas começam a executar uma grande quantidade de atividades que anteriormente estavam sendo executadas por esses profissionais.

Queria mencionar, ainda, um último detalhe. As crianças no Canadá, como na China, Japão, União Soviética ou aqui, nascem do mesmo jeito, isto é, com as mesmas capacidades. Se nós começarmos a agir, poderemos levar as nossas crianças à capacitação de qualquer nível, como no exterior. E esse é o capital mais importante que temos. Mas precisamos começar já. E creio que isso traz uma série de considerações que os membros da Mesa podem acrescentar ou discutir. Obrigado!

---

A Sra. Denise de Castro Pereira (PUC/MG):

---

Queria colocar uma questão especialmente para a Leda. O objeto de estudo mais imediato nosso é a questão da organização do processo de trabalho. E aí estamos enfrentando alguns problemas, eu particularmente, com um trabalho de pesquisa sobre o processo de trabalho na geração de *software*, onde tendo a analisar essa especificidade do trabalho intelectual, ao nível de um processo quase que, diria, em escala industrial, porque eu estou analisando, numa empresa comercial comum, a unidade geradora de *software* dela. E aí há uma série de especificidades, por exemplo, do ponto de vista do controle, da divisão de trabalho, essas coisas todas. Eu lhe pergunto que indicativos você colocaria para uma análise desse tipo de trabalho, tendo em vista a literatura que nós temos disponível, do "darkismo" de Braverman às grandes utopias. O que é que podemos pensar numa sociedade tão avançada, com tantas diferenças e tantas confusões mesmo, até do ponto de vista de interpretação do processo de trabalho, da organização do trabalho?

---

RESPOSTA DE LEDA GITAHY:

---

Eu acho, Denise, muito importante essa pesquisa que vocês estão fazendo. A importância desse enfoque de processo de trabalho foi um pouco descobrir a extrema diversidade de processos, de organização, de qualificações e outras coisas mais. Pessoalmente, ainda fiquei na indústria. Estive na produção automobilística, mecânica, estudando esse tipo de processo de trabalho. E nesse campo, você pegando por segmento da indústria, existe um volume maior de trabalho, onde se podem estudar os processos de trabalhos específicos, a diversificação, o tipo de mão-de-obra, a divisão social e sexual etc. E o debate nessa linha é em função de que, se até agora o modelo organizacional dominante foi a organização científica do trabalho, ou movimento de racionalização, nesse momento estaríamos vivendo um rompimento com esse modelo e a sua substituição por outras visões.

A linha da "degradação", o que é que ela diz? Ela diz: aconteceu a organização científica do trabalho, e a gente foi parcelando *ad infinitum*. Isso começou na fábrica, com os trabalhos mais simples. Depois, isso foi para os níveis intermediários, para o trabalho técnico, para os qualificados; depois para os escritórios, e chegamos nos engenheiros. O problema dessa visão linear é que ela não aborda a mudança. É a visão que lhe diz: houve o taylorismo e o fordismo, e temos neo-taylorismo. O que temos é uma continuidade.

Eu estou mais na linha que fala que está acontecendo um rompimento. Por outro lado, a mudança dos perfis de qualificação foi uma constante na história da indústria. Quando se vai para o concreto, constata-se que existe uma diversidade muito grande de processos e de modificações. Ao mesmo tempo, tem-se um processo social de validação desses processos, dessas profissões. Inclusive, se pensamos em escala de cargos e salários, é porque isso é mais qualificado ou isso é menos qualificado. Há uma história de lutas sindicais ou de afirmação das profissões ao longo da história. O problema, atualmente, é que estão desaparecendo certos perfis e profissões, e surgindo novas. E ainda não se afirma um novo processo de validação. E, às vezes, antes dele ocorrer, elas já mudaram. Então, o problema é o ritmo de mudança dos perfis.

Creio que a única saída é ir acompanhando como essas profissões estão surgindo e como estão evoluindo. Qual seria o perfil educacional? O que é que esperaríamos de um sistema educacional? Por um lado, nós esperaríamos uma formação muito mais ampla do indivíduo, mas muito pouco específica, porque a educação foi na direção da especialização. E permanentemente essa pessoa está se reciclando em cima de alguma especialização. Seria um modelo do tipo "visão abrangente", chamado uma "educação renascentista", mas com possibilidade de adaptação, em cursos mais ou menos longos, em função da necessidade de mudança. Muitas vezes,

se você conversar com alguns profissionais — acho que o Mammana pode falar mais sobre isso — eles vão dizer: “Olha, ao desenhar tal sistema, estou acabando com a minha própria função, estou desenhando a minha extinção, como função!”

Quanto a essa questão que o Heitor Carvalho colocou, sobre mão-de-obra barata, eu acho que a maior parte dos investimentos de empresas multinacionais, pelo menos no caso do Brasil, não foi por causa da mão-de-obra barata; isso tinha pouca importância. Quando vemos a composição de custos, o peso da mão-de-obra é relativamente pequeno. Muitas vezes, ela é estratégica em termos de mercado e de política de ocupação de espaço das empresas na concorrência. Alguns bolsões, como no norte do México, são importantes para a eletrônica americana como mão-de-obra barata; assim como em Singapura que também tem sua importância. Mas são bolsões. O modelo da exportação de capital não é sair em busca de mão-de-obra barata. E muito mais disputar os mercados. Então, a questão da localização industrial passa a ser um problema mais amplo da política das grandes empresas internacionais e dos estados nacionais, por sua vez.

---

O Sr. José Maria da Fonseca (CMA-FACE/UFMG):

---

Minha primeira pergunta é para o prof. Márcio Augusto Gonçalves. Qual será o computador de 5ª geração? Será o da mudança do **hardware** ou de **software**? Gostaria de fazer um pequeno comentário em relação à contestação de tecnologias. Eu endosso o pensamento do prof. Heitor. As tecnologias novas vêm e ficam, independentemente de posições políticas ou ideológicas. A eletricidade foi feita por um americano, mas, nem por isso, o russo deixa de usar. Acho que o domínio das tecnologias faz com que o homem cresça. Gostaria de saber o que fariam os nossos contestadores, se estivessem na Idade da Pedra, ou um pouco antes, quando o homem dominou o fogo. Porque o fogo produz incêndio ainda hoje. Fogo mata. Acho que o cara estaria com uma plaquinha na mão: “Não pega, não usa, é desumano”. E, assim, nós não teríamos deslocado os animais das cavernas e sobrevivido até hoje. A segunda grande tecnologia é a eletricidade. Ela é perigosa, mata. Uma corrente de 10 mil volts faz a pessoa virar carvão. Mas, vivemos sem a eletricidade hoje? E acho que a tecnologia da computação é menos perigosa ainda. Só que ela lida com uma coisa que consideramos muito nobre, porém muito desconhecida também, que é a inteligência. E ela talvez seja a chave do conhecimento de nossa própria inteligência.

Com relação ao projeto do EDUCOM tenho uma fé muito grande. Eu gostaria que ele se desenvolvesse, muito por causa do argumento que o prof. Heitor usou aqui. Creio que temos de formar novas gerações. As novas gerações não têm os tabus que temos com relação a conhecimento novo. Um computador pode ensinar 10 mil vezes, sem se cansar. Era só isso.

---

## RESPOSTA DE MÁRCIO AUGUSTO GONÇALVES:

---

Com relação à sua pergunta — se a 5ª geração era **hardware** ou **software** — é só **hardware**, embora seja exigido um **software** específico, gerador ou, mais basicamente, o sistema operacional. Atualmente, o processamento é simulado, através de linguagem **LISP**, as **LISP MACHINES**. O maquinário disponível atualmente exige que se obtenha apenas a simulação. Não sem tem ainda o paralelismo perfeito. Então, a 5ª geração é o **hardware** que vai ter o poder de conter o **LISP** com uma linguagem operacional básica. Vai ser o agente disparador de inferências.

---

Intervenção de Carlos Mammana:

---

Em torno do que foi comentado pelo prof. Heitor, acho que há alguns aspectos de conceito, que valeria a pena nós especificarmos, principalmente no caso da substituição de mão-de-obra por investimentos que implicam o uso do computador. No caso do **CAD (Computer Aided Design)**, foi dito que o engenheiro gera um sistema que o substitui. Na verdade, acho que não é bem assim. Provavelmente apenas alguns poucos vão saber do que eu vou falar: o manual de Hütter, por exemplo, foi um manual de Engenharia Civil. Se eu o colocar dentro de um computador, ele vira um sistema de CAD. Só que ele não é CAD. Ele é um manual AD. Na verdade, esses manuais, mais ou menos expeditos, sempre foram criados. Eu também tenho um testemunho de que, no primeiro ano da Universidade de Vermont, o aluno tem de comprar um PC. Compra um PC e ganha um CAD para o PC. E todo o curso de desenho de projeto ele faz em cima daquilo, que ele usa como se fosse régua, compasso etc. Quer dizer, ele não perde o conceito de Engenharia em cima daquilo.

Então, não entendo que isso substitua, necessariamente, os engenheiros, ou até mesmo diminua o número de engenheiros: o que implica é que ele é mais eficiente com aquela nova ferramenta. Eu creio que o mesmo ocorre no caso do ensino. Em toda a discussão, excelente por sinal, que ouvimos aqui sobre a aplicação de computadores no ensino, minha sensação é a de que vamos acabar encontrando um meio-termo entre o professor e o computador: não será um contra o outro. O que tenho visto, no caso de criança que usa o computador, é que, realmente, ela explora aquilo como se fosse um mundo e uma coisa com que ela se relaciona e que serve para potencializar o processo de conhecimento dela.

Eu acho que nós não deveríamos colocar a discussão do professor contra o computador: o computador é uma ferramenta como qualquer outra.

Finalmente, quanto aos investimentos em computação, nos processos, eles não são feitos apenas por causa da substituição de mão-de-obra para diminuir o custo. São feitos também, e cada vez mais, para realizar coisas que não se fariam nem com um milhão de engenheiros. Dentro da própria microeletrônica, suponhamos, o caso do forno de difusão controlado a computador e o forno de difusão cujos fluxos são controlados por um homem. Esse homem não vai controlar os fluxos. E não adianta colocar dez técnicos: eles não vão controlar os fluxos do forno.

Assim, acho que temos de tomar um pouco de cuidado, para não culpar sempre a aplicação da informatização como processo que desloca mão-de-obra. Ela não desloca necessariamente. Ela permite coisas que não se fariam de outra forma. São essas as observações que eu queria fazer, para que não se fique muito fechado em cima de alguns conceitos, talvez até preconceitos.

---

Intervenção de Antônio Mendes:

---

Sobre o problema que o Heitor levantou, da substituição do homem pelo computador, eu queria fazer algumas considerações. Primeiro, usando o exemplo da automação industrial, podemos considerar que a substituição de um operário por um computador tem até um aspecto positivo, porque, na verdade, se hoje um computador é capaz de substituir um operário, é porque era uma atividade que não era própria do ser humano. O problema está na oportunidade que a empresa e a sociedade vão dar a esse indivíduo. No Japão, se a empresa substitui um operário e não tem nada que fazer com ele, a legislação o protege, e ele fica lá de barriga para cima. No caso do professor, existe algo semelhante. Na verdade, a informática vai substituir o professor, mas o professor atual. Agora, tem que aparecer um novo professor que vai fazer essa ligação e que vai se preocupar em ser professor. Esse novo mestre é que temos de formar e procurar. Era isso que eu queria falar.

Muito obrigado.



---

## SESSÃO 2

---

### CARLOS MAMMANA

Engenheiro, com doutorado em Engenharia de Eletricidade na Escola Politécnica da USP. Foi professor titular da Faculdade de Engenharia Industrial da PUC até 1974. É professor titular da UNICAMP. Atualmente exerce a função de diretor de Microeletrônica do Centro de Tecnologia para a Informática da SEI, em Campinas.

### ANTÔNIO MENDES

Engenheiro eletricitista, com mestrado em Ciências Técnicas Nucleares pela UFMG. Professor do Departamento de Computação da UFMG, é coordenador do Centro Piloto de Informática na Educação (EDUCOM).

### LEDA GITAHY

Bacharel em Ciências, com mestrado na Universidade UPPSALA, na Suécia. É coordenadora do Projeto de Educação e Desenvolvimento Tecnológico — "O Caso da Informatização da Indústria no Brasil" — no Núcleo de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Géo-Ciências da UNICAMP.

### MÁRCIO AUGUSTO GONÇALVES

Engenheiro e analista de sistemas de informação. É técnico da Fundação João Pinheiro. Participou da viagem de estudos, promovida pela FJP, aos Estados Unidos e Japão, visitando vários laboratórios, empresas, centros de pesquisa e universidades que atuam nas áreas de microeletrônica, telecomunicações, robótica e inteligência artificial.