

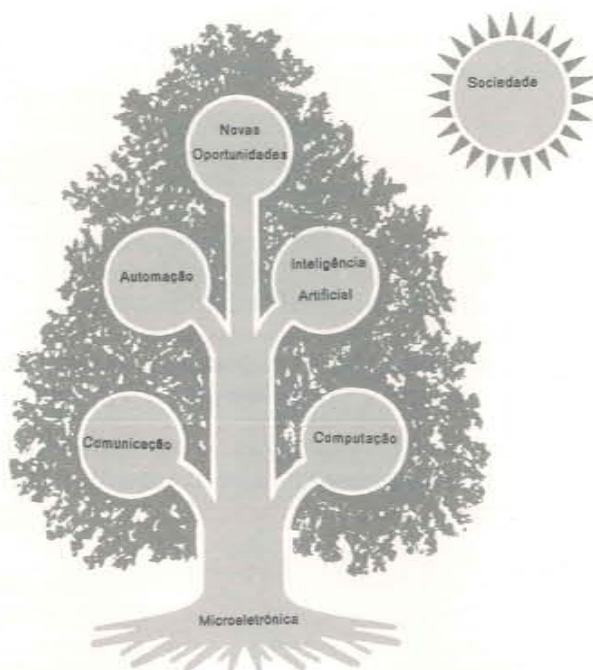
# SESSÃO 1 MICROELETRÔNICA E PROGRESSO TECNOLÓGICO

Expositores:

Amilcar Herrera (SP)  
Hindemburgo Pereira Diniz (MG)

Debatedores:

Ivan Moura Campos (MG)  
Marilena Chaves (MG)



## MICROELETRÔNICA

Microeletrônica  
e Sociedade

## E

## PROGRESSO

## TECNOLÓGICO



Amilcar Herrera

**S**enhores componentes da Mesa, senhores e senhoras. Em primeiro lugar, quero agradecer à Fundação João Pinheiro por estar participando deste Seminário. Não é a primeira vez que tenho oportunidade de comparecer a um encontro desta Fundação, pois tenho sido convidado a participar de eventos promovidos pela instituição, o que é sempre uma oportunidade da qual retiro muito prazer e benefício.

O tema "Microeletrônica e Sociedade" coloca duas perguntas que todo mundo está se fazendo neste momento, particularmente, nos países do Terceiro Mundo: qual será o impacto dessa tecnologia na sociedade e, tendo em conta o atraso relativo de nossos países no que diz respeito ao processo tecnológico, qual é a estratégia científico-tecnológica adequada para absorver essas tecnologias?

Não temos respostas finais, respostas claras e, talvez, mais importante do que isso, ainda não temos as perguntas claras. Não sabemos o que temos de perguntar em relação a esse impacto.

Como cientista, sabemos que quando temos um problema muito complicado, fazer as perguntas corretas é realmente a primeira pré-condição para chegarmos a uma solução.

Esse problema tem sido colocado há tempos, na América Latina, e estamos trabalhando com equipes no Brasil, na UNICAMP, e em outras instituições latino-americanas, num projeto sobre perspectiva tecnológica para a América Latina.

Não quero exceder o tempo que tenho, de modo que farei uma exposição muito resumida da questão.

Em primeiro lugar, vamos examinar as premissas, de onde parte a metodologia do projeto. Elas são duas: a primeira é que o impacto das novas tecnologias na sociedade não pode ser estudado, senão no contexto da crise global que está afrontando a humanidade agora. As novas tecnologias são um dos elementos do processo de mudança; então, não se pode analisá-las isoladamente, só no contexto da crise global é que podem ser estudadas. A segunda premissa essencial tem a ver com a primeira, e é a seguinte: existe um impacto predeterminado pela natureza das tecnologias. O caráter do impacto vai depender, não só do caráter das tecnologias, mas, principalmente, da estratégia sócio-econômica, política e cultural que se adote para absorver essas tecnologias.

Essas são as duas premissas básicas do projeto. Podemos, então, começar, tentando caracterizar essa crise. Todos têm consciência de que é uma crise difícil de se encontrar precedentes. Sobre tudo nas ciências sociais, baseadas em teorias como, por exemplo, as de Kondratief e Schumpeter, que muitos de vocês devem conhecer, é diante da associação de ondas tecnológicas, do chamado ciclo longo da economia, que tem-se uma certa tendência a tentar prever a evolução da crise sob a experiência passada. Mas, neste momento, parece-me absolutamente impossível prever a evolução dessa crise baseada na experiência do passado, devido às suas características específicas. Se comparada com a crise do sistema industrial, do sistema capitalista, a partir da revolução industrial, sobretudo nos anos 30, as características são completamente diferentes. A emergência do Terceiro Mundo não existia nos anos 30, o mundo estava dividido entre o que chamamos, hoje, países centrais e um vasto conglomerado de países dependentes, a maioria deles colônias.

Nos anos 30 as crises se “resolviam” ignorando-se o que agora chamamos Terceiro Mundo. Atualmente, o Terceiro Mundo tem uma presença ativa no cenário internacional e isso não pode ser ignorado. Alguns dos acontecimentos mais importantes deste século se deram nele e não vale a pena repeti-los agora.

A outra é a emergência do bloco socialista. Não podemos nos esquecer de que nos anos 30 o único país socialista era a União Soviética, relativamente isolada e com muito pouco peso direto sobre a estrutura de poder econômico e político internacional. Agora, 30% da humanidade estão contidas no sistema socialista. Duas das maiores potências mundiais; a União Soviética e a China, são socialistas. Pelo que estamos presenciando atualmente na União Soviética, podemos perceber que o bloco socialista, na dinâmica interna, também tem um poder que não pode ser ignorado.

Então, só por esse quadro já teríamos que caracterizar a crise atual como diferente.

Há outros fatores que a distinguem como única na história da humanidade, não só com relação à revolução industrial. Nunca na história humana houve uma diferença tão grande entre níveis de bem-estar entre os diversos países, como existe atualmente em relação aos países do Primeiro e do Terceiro Mundo.

Se tomarmos o período de expansão da cultura ocidental no século XVI, e se procedêssemos a uma comparação, constataríamos que a diferença de nível de bem-estar entre a população rural da Europa, que era constituída pela maioria da população, e a população dos países colonizados, não era muito grande. Em al-

guns casos, o nível era superior ao dos países colonizados.

Agora, a diferença, do ponto de vista de consumo material, que é um dos indicadores, vai de 1 a 10 entre as chamadas nações do Primeiro e do Terceiro Mundo.

Não só ocorreu uma modificação do caráter quantitativo como também do caráter qualitativo. Esse é um dos fenômenos mais graves.

Talvez vocês não se recordem, pois são bem mais jovens do que eu, mas logo após a Segunda Guerra Mundial, a problemática do desenvolvimento dos países centrais, os europeus sobretudo, e dos países da América Latina tinha mais ou menos o mesmo caráter. Naquela época, a Europa ainda possuía bolsões de pobreza, tinha que satisfazer as necessidades básicas. Então, os objetivos eram mais ou menos os mesmos, embora o ponto de partida fosse diferente.

Hoje, os países europeus estão vivendo o período pós-industrial, com valores culturais e problemas completamente distintos dos nossos. Ainda não obtivemos os benefícios da revolução industrial. Grande parte dos países do Terceiro Mundo, e a América Latina não é exceção, está lutando para ter os seus benefícios, ao mesmo tempo em que os países centrais já estão entrando no período que chamamos “pós-industrial”. Isto significa que o caráter qualitativo também tem mudado.

Temos outras duas características novas. Uma delas é a tomada de conhecimento dos limites ambientais, em nível global, mundial. Isso apareceu nos anos 60; até então, isso era muito claro na economia, os recursos naturais eram simplesmente um insumo; o único que interessava, do ponto de vista econômico, era o preço. O fato de serem elementos que tinham uma origem, que podiam esgotarem-se ou destruir-se, praticamente não era considerado pelas ciências econômicas. Agora, sabemos que isso representa um limite absoluto. A humanidade pode avançar sempre que tenha em conta seus limites. Isso não havia acontecido antes. A história humana teve limites regionais, digamos assim, algumas culturas desapareceram por não se adequarem aos limites regionais, mas nunca aos limites globais, em nível planetário, como percebemos agora.

A última característica, e não menos importante, é em relação ao que estamos discutindo e que pode desaparecer em vinte minutos, se se deflagrar uma guerra mundial. Pela primeira vez a humanidade pode destruir-se a si mesma.

É importante lembrar que em 1985 — são os dados mais atuais que consegui — a humanidade gastou, aproximadamente, um trilhão de dólares em armas. Isso representa mais do que o produto total da metade mais pobre do mundo.

Então, a crise representa uma mudança, um processo de transformação que não tem precedentes. É uma situação totalmente nova desse ponto de vista. Mas, eu não estou falando de crise num sentido puramente negativo e alarmante. A melhor definição de crise que conheço é a chinesa, na qual se diz que as características de uma crise são dois ideogramas: um significa risco e o outro oportunidade.

Quando se vê a crise por essa perspectiva, a primeira idéia que aparece é a

seguinte: temos uma crise cujo futuro é impossível de se prever. Sempre existiu a idéia de que o futuro seria bastante parecido com o passado; agora, isso se tornou muito mais difícil.

Ao mesmo tempo, como temos consciência de que a trajetória atual da humanidade não é viável e que a única forma de sair dessa situação seria por intermédio de projetos e estratégias de desenvolvimento distintos, com valores diferentes, encontramos-nos numa situação paradoxal. Ao mesmo tempo em que enfrentamos um futuro muito difícil de se prever, necessitamos também de certas orientações para desenvolver essas estratégias.

Então, o desafio que temos nesse momento é o futuro. Isso nos leva ao campo que estamos trabalhando, que é o campo da prospectiva, pois precisamos ter alguma idéia para esse futuro. É nesse ponto que aparece uma discussão que tem se desenvolvido nos últimos vinte anos, qual seja: que tipo de prospecção?

Não estou falando nenhuma novidade, quando digo que a prospectiva é algo fundamental nesse momento. Até os anos sessenta, todos sabem, surgiram diversos modelos de prospectiva, de tentativas de se explorar esse futuro, começando com o famoso modelo M.I.T. prevendo uma catástrofe global no começo do século.

Essa abordagem prospectiva se divide em dois tipos fundamentais: um deles se chama tendencial ou projetivo, que consiste na averiguação das tendências predominantes no momento e projeta essas tendências para o futuro. Tem-se, então, uma visão de como será esse futuro.

O outro tipo é o normativo, que consiste na observação de quais seriam os possíveis futuros; destes se seleciona um futuro que seria desejável e ao mesmo tempo possível. Daí se exploram as ações necessárias para se chegar a ele.

Essas são as duas posições principais existentes na prospectiva.

A partir dos anos 60, os países centrais sempre fizeram estudos prospectivos do tipo projetivo, tendencial. Os estudos do tipo normativo têm sido feitos no mundo subdesenvolvido, particularmente na América Latina. O primeiro foi o "Modelo Bariloche".

A discussão se coloca nos seguintes termos: os EUA, os países centrais, dizem que usam os modelos projetivos porque são objetivos, porque tomam tendências observáveis e, portanto, não introduzem juízos de valor ou elementos subjetivos nessa projeção. Os estudos denominados normativos introduzem juízos de valor ao selecionar esse cenário e, portanto, são menos objetivos.

Vamos supor que o futuro, para ser determinado pelas tendências atuais, sem modificações radicais, num momento como este da história, será normativo e, na minha opinião, terá trocas fundamentais. Pela experiência humana, provavelmente, terá muito mais mudanças radicais do que as projeções atuais.

Tentem pensar o que seria, em 1930, fazer uma projeção sobre a época que estamos vivendo com base na predominância das tendências observadas naquele momento. Teríamos uma projeção totalmente diferente do que aconteceu.

Então, por que aparece essa divisão? As projeções feitas pelos países centrais só tomam variáveis econômicas e tecnológicas, que são quantificáveis, e sobre as quais os países centrais têm um controle, senão absoluto, pelo menos muito elevado.

Os resultados obtidos nos países do Terceiro Mundo, na América Latina, tomam, além dos elementos econômicos, os atores sociais que são os que podem produzir troca. Por que essa seleção? Quando um grupo humano está numa situação favorecida, sente que qualquer troca possível é um perigo. Qualquer modificação pode fazer com que essa situação favorável se modifique. Quando se está numa situação de muita dificuldade, como se encontram os países do Terceiro Mundo, pensamos que toda mudança pode ser positiva. Fundamentalmente, o que está determinando o uso dos modelos de tipo projetivo ou normativo é isso.

\* Se tomarmos modelos projetivos, já sabemos o que vai acontecer nos países do Terceiro Mundo. Todos vocês conhecem os estudos da OECD — "In the Futures", ou o Relatório Brandt, que foi muito discutido no Brasil, ou o relatório presidencial dos Estados Unidos para o ano 2.000. Eles têm diferenças quanto ao que vai acontecer no mundo entre os países centrais, mas todos sabem o que ocorrerá no Terceiro Mundo, e todos estão de acordo com os resultados.

A situação do Terceiro Mundo no final do século e no início do próximo será igual ou pior do que agora. Então, não precisamos fazer esse tipo de estudo, porque eles já estão feitos e já são bem conhecidos.

Portanto, uma pergunta que se faz é: são confiáveis esses estudos? Eu diria que, do ponto de vista técnico, eles são confiáveis. A matemática que usaram foi boa.

Mas onde está a discussão? Está nas premissas. Se tomarmos todos os modelos ou estudos projetivos, dos países centrais, há duas premissas fundamentais. Uma delas é que a evolução do Terceiro Mundo vai ser uma variável dependente da evolução do Primeiro. E a segunda, que está relacionada com a primeira, é praticamente a mesma, ou seja: que os países do Terceiro Mundo não são capazes de produzir mudanças que alterem ou modifiquem de forma fundamental a estrutura de poder e a estrutura de riqueza internacional atual.

Portanto, pensamos que é essencial fazermos modelos normativos, pois, o que nos interessa não é saber como o mundo vai evoluir, porque isso não seria possível. O importante é sabermos que mundo queremos, que tipo de sociedade queremos, isto, sim, é fundamental.

O que temos de fazer para obter isso? Esta é a abordagem com a qual está se trabalhando o projeto atual. Começa-se por definir o cenário desejável, com todo leque de opções que o mundo tem. Qual é a sociedade possível desejável? Que estratégias precisamos utilizar para sua obtenção?

Pareceria difícil dizer que o primeiro procedimento é definir a sociedade desejada. Mas não é; podemos defini-la com poucos elementos que chamaremos de variantes. Se algum desses elementos não estiver presente, a sociedade não será desejável. Se todos estiverem presentes, isso vai permitir um conjunto muito grande

Anál. & Conj., Belo Horizonte, v. 2 e 3 - n.ºs 3 e 1 - p. 1 - 236, set., dez./1987/jan., abr./1988 17

de sociedade possível, com muitas diferenças culturais e organizacionais.

Sinteticamente, podem-se enumerar os seguintes elementos e condições: primeiro, uma sociedade razoavelmente igualitária do ponto de vista de distribuição de bens e serviços; segundo, uma sociedade participativa, onde todos os componentes tenham realmente participação em todos os níveis de decisões sociais; terceira, uma sociedade intrinsecamente compatível com o meio-ambiente, que não seja uma relação de correção como acontece atualmente, que seja uma sociedade que possua ciclos de produção compatíveis com o meio-ambiente, e não apenas por correção posterior. Que ela seja autônoma, no sentido de poder tomar decisões baseada em suas próprias possibilidades, características culturais, etc. Autônoma não quer dizer autárquica. Os países avançados certamente têm capacidade de tomar decisões próprias, mas isto não significa que essas decisões sejam totalmente livres, porque elas estão dentro de um contexto internacional, mas, sem dúvida, têm um grau de autonomia muito mais alto do que o nosso

Então, essas seriam as características colocadas. O projeto trata fundamentalmente do que chamamos período de transição, quer dizer; o que é necessário fazer no período dos próximos trinta anos, que será o de transição para essa possível sociedade nova.

Como se elabora uma estratégia científico-tecnológica? Colocando objetivos para a sociedade. Perguntar quais são os obstáculos atuais e quais as estratégias sócio-econômicas que devem ser implementadas para superá-los. Finalmente, a estratégia científico-tecnológica passa a ser deduzida da demanda da estratégia sócio-econômica. Ou seja, a estratégia científico-tecnológica seria uma variável dependente da estratégia sócio-econômica. Não se pode falar nessa estratégia científico-tecnológica para incorporar as novas tecnologias, sem se ter muito claro que estratégia sócio-econômica se vai obter para uma determinada sociedade.

Quais são as vantagens fundamentais? Até agora, a abordagem que se tem aplicado no Terceiro Mundo, com relação às novas tecnologias, é uma abordagem defensiva, no meu entender. Isso significa que as novas tecnologias são vistas, basicamente, como uma ameaça, algo que representa uma série de perigos. Então, como proceder para diminuir ou evitar esses perigos? Essa abordagem é fundamental para discorrermos sobre o problema do emprego. Qual é a atitude geral que aparece na América Latina e no Terceiro Mundo, e também no Primeiro, com relação ao desemprego? É um sério problema. O que temos de fazer, nós, países do Terceiro Mundo? Temos que usar tecnologias e mão-de-obra intensiva.

Vamos ampliar essa discussão começando por um princípio fundamental: a robotização. O que significa a automatização? Significa a aceleração de algo que a humanidade busca desde o começo da história.

Quando o *homo-sapiens* fez pela primeira vez uma ferramenta, ele a fez para poupar trabalho humano desagradável. Agora, estamos no momento em que é possível, do ponto de vista científico e tecnológico, eliminar todos os trabalhos desagradáveis da sociedade. Por que isso é um problema? É um problema que só existe para uma sociedade esclerosada, incapaz de absorver os benefícios de seu próprio progresso.

Invertamos a situação: seria maravilhoso se pudéssemos agora liberar o operário de todo trabalho rotineiro, não criativo. No entanto, isso torna-se um problema, à medida que questiona uma das bases fundamentais da sociedade atual, da sociedade capitalista, em particular, que é o rol dos salários na distribuição diferenciada de bens e serviços.

Estive na Europa há pouco tempo e encontrei o seguinte problema: lá 25% da população estão socialmente marginalizados; são os desempregados e parte da população totalmente desprotegida do chamado setor informal da economia. Existem milhões de pessoas que não têm a proteção de sindicatos, do Estado, de ninguém.

Nos Estados Unidos a situação é muito mais grave, porque o índice de desempregados, que era de 5 a 7%, de acordo com dados atuais, passou para 20%. Nesse momento, o país está com 20% da sua população abaixo dos limites de pobreza, ao mesmo tempo em que falam que a taxa de desemprego não é alta. Dez por cento da população estão com fome clinicamente determinada nesse momento. O mesmo acontece na Europa.

Então, pergunta-se: por que esse problema? Na América Latina, temos desempregados, ao mesmo tempo que temos um sistema produtivo que ainda não é capaz de satisfazer as necessidades da população. Na Europa e nos Estados Unidos eles têm desemprego, ao mesmo tempo em que têm um sistema produtivo que pode abastecer toda população. Tanto é assim que, pela primeira vez na história do capitalismo, o sistema está pagando a um desempregado para que ele seja consumidor. Não pode trabalhar, mas pode consumir. É uma incapacidade de resolver o problema que, agora, não é de produção, mas de distribuição. Isso sim, questiona a face mesma do sistema.

Um dos problemas que surgem com as novas tecnologias está relacionado com a ética e a moral, cujas conseqüências temos de verificar. Até agora trabalhar sempre foi uma obrigação: trabalhar para viver. Hoje, acontece um processo diferente, que é ter um lugar útil na sociedade, que é um direito, não simplesmente uma obrigação. A sociedade não tem direito de marginalizar 30% da população, porque não tem um lugar de trabalho. A sociedade tem de cumprir os seus objetivos.

Vai aparecer necessariamente nesse processo de transformação uma série de lugares de trabalho que pouco têm a ver com o sistema de emprego até agora.

A questão não é não trabalhar, mas saber o que constitui o emprego, no sentido moderno, no sentido de trabalho padronizado e monótono. A relação entre tecnologia, trabalho, emprego e salário tem que ser revista.

Outro aspecto fundamental que surge quando se faz essa abordagem é o seguinte: a famosa brecha tecnológica. Nós, que estamos muito atrasados em relação aos países centrais, devemos fazer o quê? Uma das possibilidades que aparecem é a tentativa não sistemática de fechar a brecha, em termos absolutos ou em termos relativos. Mas, isso é impossível. Não vale a pena sequer discutir isso. Uma vez que os EUA não podem concorrer com o Japão em determinados campos, é impossível pensarmos que podemos competir nesse sentido. Outro ponto fundamental é que essa brecha também deve ser discutida em termos estratégicos, ou

seja, como ela deve ser fechada em termos de estratégias científicas e tecnológicas.

Terminando, quero dizer simplesmente que o nosso desafio nesse momento é o futuro e que a prospectiva não é simplesmente tentar predizer o futuro, mas, sim, construí-lo. Esse é o nosso problema.



---

## Hindemburgo Pereira Diniz

---

**P**rezado amigo Antônio Villaça, diretor do Centro de Estudos Culturais da FJP, demais membros da Mesa, minhas senhoras e meus senhores.

Fico muito feliz de ver pessoas, vinculadas às Ciências Sociais, deixando de preocuparem-se apenas com os objetivos imediatos dos seus deveres profissionais, para analisarem os fundamentos das prováveis conseqüências que as tecnologias emergentes tendem a impor ao comportamento social, modificando os perfis que conhecemos.

Vou desdobrar raciocínio numa linha um pouco diferente daquela seguida pelo ilustre mestre Amílcar Herrera.

Nesta palestra sobre Microeletrônica e Progresso Tecnológico, pretendo conversar com os senhores; desejo, em termos coloquiais, dizer o que entendo que se-

ja tecnologia.

Vou afirmar que já podemos enxergar um futuro com novas perspectivas. Num dos poucos pontos em que discordo do professor Amílcar Herrera, tentarei demonstrar porque a tecnologia, mais do que tudo, é, hoje, um farol que orienta nosso destino.

Começa a desaparecer sobre a terra a individualidade do líder, gerador de cultura; agora é, principalmente, a tecnologia que impõe transformações no comportamento social.

Para tanto, tenho de fazer um ligeiro **approach** histórico, depois de definir o que penso, em um sentido lato, o que seja tecnologia.

Tecnologia, para mim, é a ferramenta que o homem dispõe para sobreviver além da existência deste planeta finito, para desenvolver-se e, afinal de contas, atingir sua própria transcendência.

Surgiu antes de nós, provavelmente quando o "homo-habilis", manuseando pedras, provocou a centelha que haveria de ser o primeiro meio de chegar-se ao fogo induzido por uma vontade terrena. Facilitou a sobrevivência do "homo-erectus", na fase mais remota do paleolítico. Certamente, o neolítico já é fruto de sua afirmação prática.

Foi a tecnologia que deu condição ao "homo-sapiens" para cinzelar a idade do bronze, a idade do ferro, e abrir caminhos que o levaram até a Revolução Industrial.

Propositalmente, vou ignorar todas as expressivas e notórias conquistas do cérebro humano, no meio tempo prolongado que separa as tênues origens de nossa civilização do advento da máquina a vapor. Vou omitir, inclusive, as preocupações e passos científicos que se exaltaram a partir do Renascimento, porque todo esse universo tinha um ponto de unidade limitante que deformava o perfil harmônico da sociedade e inibia a convocação integral dos nossos recursos criadores.

Refiro-me ao primado arrogante e egoísta da força bruta, portanto à hegemonia preconceituosa, incontestável, do sexo masculino. Tinha-se de aceitar a verdade de que o homem era mais útil do que a mulher, na atividade econômica.

Ainda que aspectos iniciais apontem noutro rumo, a Revolução Industrial marcou o primeiro passo definitivo na alameda da primavera feminina, de sua afirmação, como companheira do homem, em termos de completa igualdade, para a vitória final sobre os obstáculos econômicos que dificultam a caminhada do ser humano no sentido do seu destino transcendente, livre das preocupações com os reflexos da escassez que limitam, sobretudo, sua capacidade de pensar.

Com a Revolução Industrial, passamos a multiplicar músculos também utilizáveis pelas mulheres no trabalho produtivo.

Fortaleceram-se as lutas contra as injustiças sociais cada vez mais expostas à visão dos isentos e sensíveis. Aumentaram os espaços para o sexo feminino na vida econômica.

Costumo afirmar que a posição da mulher contemporânea, concorrendo conosco em áreas diversas de trabalho, que se multiplicam continuamente, sem sinais de arrefecimento, não decorre de renúncia espontânea do homem.

Não somos melhores, sob esse ângulo, do que nossos ancestrais. A mulher vem ganhando espaço no sentido de igualar-se ao homem, fora do universo doméstico, porque as tecnologias de hoje tendem a depender cada vez mais do cérebro.

A Revolução Industrial, multiplicando músculos, iniciou a tendência da igualdade, no campo do processo produtivo, à medida que tende a marginalizar a insuficiência normal das fêmeas na classe dos mamíferos, onde se situa o "homo-sapiens".

Em termos de cérebro, de inteligência, a mulher não fica atrás do homem na escala das potencialidades.

Portanto, a igualdade sócio-econômica dos seres humanos, cada vez mais evidente, não resulta de processo dirigido de disputa entre eles, mas de conquistas tecnológicas, benéficas a todos, resultante do primado intelectual.

Com o processo da Revolução Industrial, o avanço científico acelerou-se, no eixo das abscissas; assistimos o gênio de Einstein formular a teoria da relatividade restrita, em 1905, e, em 1915, a teoria da relatividade geral. Logo em seguida, ouviram-se notícias sobre os fenômenos identificados pela mecânica quântica, sobre a importância da realidade subatômica.

Tudo, ainda hoje, inatingível pelos nossos sentidos tridimensionais, sem o embasamento da especialização intelectual.

Concomitantemente, na direção das ordenadas, registravam-se vitórias da posição feminina, aumentando o aproveitamento de maior quantidade de mentes economicamente ativas. Essa evolução desdobrou-se em termos relativamente lentos até o advento da microeletrônica, primeiro passo para a multiplicação estratégica de máquinas inteligentes; para que o homem tenha condições de regar sua própria transcendência, à margem de preconceitos mesquinhos, egoístas, que limitavam seu destino.

A microeletrônica floriu com o transistor cuja evolução transcorreu por meio de tecnologia diferentes, agregando vantagens diversas, até chegar-se ao processo de produção chamado "planar".

Daí para o desenvolvimento do **chip** de circuito integrado foi rápido. O CI é um circuito funcional completo, contendo, portanto, transistores, díodos e outros componentes, em uma única e diminuta pastilha de silício.

Saltou-se, dessa forma, da necessidade, mais demorada e dispendiosa, de fabricarem-se **chips** de transistores e díodos, de produzirem-se resistores e capaci-

tores, isoladamente (por isso chamados dispositivos discretos), para a solução compacta com todos os componentes integrados na estrutura molecular de uma única pastilha de silício, ou seja, de um único **chip**.

Em conseqüência, possibilitou-se o progresso da miniaturização, iniciada com o transistor, e garantiram-se economias na fase de montagens de equipamentos eletrônicos (TVs, estações de telefonia, computadores etc.) à medida que reduziu-se o número de dispositivos exigidos para a fabricação de cada um dos equipamentos. Cumpre esclarecer que, ainda hoje, produzem-se dispositivos discretos para diversos fins.

Estava, igualmente, aberta a porta para o aprofundamento da integração, isto é, para a produção de CIs com número crescente de componentes, geralmente identificada pela quantidade de transistores contidos em um **chip**.

Quando se conseguiu fabricar **chip** com mais de mil componentes, passou-se a chamá-lo de LSI (**large scale integration**).

Por volta de 1972, 73, os que acreditavam na possibilidade de chegarmos ao fim do século com circuitos contendo um milhão de transistores, eram considerados muito otimistas. No entanto, nos dias de hoje, 1987, já se comercializam CIs VLSI (**very large scale integration**) duas vezes acima daquela meta, sendo certo que atuais projeções indicam perspectiva de produzirem-se unidades com mais de dez milhões de componentes, até o ano 2000. Estes futuros dispositivos microeletrônicos, provavelmente, já não terão seus substratos à base de silício, em virtude de barreiras físicas que parecem intransponíveis, para uma miniaturização tão profunda, com o uso do mencionado elemento.

A partir do **know-how** necessário à fabricação de LSIs, surgiram as memórias eletrônicas e, no meu juízo, uma das mais estratégicas conquistas tecnológicas do homem, na sua caminhada evolutiva sobre a Terra.

Refiro-me ao microprocessador, verdadeira UCP (unidade central de processamento) fabricada em diminuta e delgada pastilha de silício de grau eletrônico. Tem a capacidade de modificar sua inteligência interna a partir de um programa externo. Possui memória própria, lógica aritmética e centro de programação. Por tudo isso, também é chamado de **computer-on-a-chip**.

O microprocessador viabilizou o microcomputador atual e, fora da área da computação *stricto sensu*, vem sendo cada vez mais utilizado com finalidades diversas, destacando-se seu emprego para a criação das chamadas **smart machines** cuja variedade registra crescimento, em inúmeros campos da ação industrial, acima das melhores expectativas. Quando pessoas comentam que seus fornos, automóveis etc., têm computadores, não se trata de equipamentos do tipo tradicional, mas dos singulares microprocessadores, de **chips** fabricados em indústrias de semicondutores, ou seja, de dispositivos microeletrônicos.

Mencionei atrás a existência de obstáculos físicos que começam a impedir o progresso resultante do aumento de componentes contidos num **chip** fabricado a partir do silício. A fim de traduzir melhor esse aspecto, cumpre esclarecer que para se manter o quadro dinâmico de aprofundamento da miniaturização, é fundamental

que se consigam distâncias menores do que 0.1 micron, na separação entre os milhões de componentes integrantes dos futuros chips. E como os senhores sabem, o micron corresponde a um milésimo de milímetro.

Acontece que, da mesma forma como o silício substitui, vantajosamente, o germânio, já se trabalha com opções que vão além das limitações daquele elemento.

O arsenieto de gálio é uma delas. Há poucos dias li matéria em revista especializada — parece-me que "Electronics" — onde se comenta recentes encomendas, feitas por segmentos das Forças Armadas dos EUA, de semicondutores à base de arsenieto de gálio. Da mesma forma, multiplicam-se notícias sobre esforços crescentes na pesquisa do bio chips, ou seja, "chip" à base de matéria orgânica.

O importante, como ponto para a meditação, é a circunstância de todas essas conquistas, ao invés de afunilarem a perspectiva de continuação do desenvolvimento tecnológico, estarem ampliando o horizonte em favor de novos avanços da tecnologia, que não pára de evoluir; é a pergunta — que se fortalece com o que direi adiante, mas cuja resposta, apesar de poder afirmar-se que haverá modificação profunda no comportamento humano, na própria organização política e econômica da sociedade, continua impossível de identificar-se com rigor científico — para onde vamos, como será o futuro, quando iremos parar de evoluir?

Hoje, qualquer observador percebe o salto da multiplicação de músculos, resultante da Revolução Industrial, para a de cérebros, induzida pelo desenvolvimento da microeletrônica.

Certamente, os impactos sócio-econômicos provocados pelo fenômeno tendem a ultrapassar todos os precedentes e perspectivas dos desavisados, até porque os efeitos colaterais também são muito mais expressivos e menos fáceis de serem previstos na sua abrangência, quando se deixa de aumentar músculos para crescer cérebros.

A propósito desse último aspecto, veja-se o exemplo do transistor:

Quando foi inventado pouquíssimas pessoas devem ter previsto que estava surgindo um bem incalculavelmente mais útil do que a válvula, cujas funções substituíam com vantagens de tamanho, maior confiabilidade, menor consumo de energia e de irradiação de calor. No entanto, além de rádios portáteis, alimentados por pilhas, e de computadores eletrônicos confiáveis, mas ainda grandes, aparecia uma avenida larga, repleta de possibilidades de aplicações, cujo fim, provavelmente, tão cedo se vislumbrará. Começava a conquista do espaço e a melhoria das comunicações; a invasão de lares por meio de brinquedos, aparelhos de lazer, de conforto e de segurança. Em resumo, nascia a microeletrônica, que se desenvolve em ritmo vertiginoso e já se infiltra, como instrumento de criação e de progresso, em quase todos os campos da atividade humana, remunerada ou não.

Para pinçar exemplo entre profissões liberais, observa-se como a medicina evoluiu apoiando-se em equipamentos fabricados com dispositivos microeletrônicos: no diagnóstico, na cirurgia, no acompanhamento e até na terapia.

Outra área beneficiada pela microeletrônica, que interage amiúde com a me-

dicina e que se sublinha porquanto começa a promover outra virtude angular de revolução tecnológica, com reflexos radicais sobre o futuro do homem, é a bioengenharia.

É certo que, antes da existência do transistor, em 1944, o americano Oswald T. Avery afirmava que a macromolécula ADN (ácido desoxirribonucléico) promovia a transmissão dos caracteres hereditários; que, em seguida, nos anos cinquenta, houve significativos avanços nos conhecimentos sobre a função estratégica incomparável do ADN, portador do código genético. Mas a verdadeira revolução nesse campo, também em fase inicial de desenvolvimento, só ocorreu a partir da capacidade de abrir-se um ADN, implantar-se nele um gene de outro ADN, e conseguir-se que a mensagem do ADN receptor (chamado recombinante) seja modificada, num verdadeiro processo de engenharia genética cuja potencialidade só os cérebros mais curiosos e abertos são capazes de vislumbrar. Não se trata de assunto vinculado diretamente à conferência; fiz esse comentário porque a referida manipulação genética seria impossível sem o apoio logístico de equipamentos de origem microeletrônica.

Se já atingimos, nas áreas dos semicondutores e da computação, estágio expressivamente adiantado; se na robótica e na inteligência artificial — ambas, como se sabe, ainda nos primeiros passos — também se identifica a mesma força e perspectiva de aprimoramento que no das duas anteriores induzindo nossa imaginação a comportar cenários semelhantes aos pincelados pelas ficções científicas mais ousadas de autores intelectualmente preparados e respeitáveis; se a bioengenharia, igualmente, assegura, para um futuro próximo, progressos inimagináveis há pouco tempo; se foram unânimes os pronunciamentos dos cientistas americanos e japoneses, vinculados a renomadas universidades, prestigiosos centros de pesquisas e grandes empresas, dos dois países, ouvidos, recentemente, por equipe da Fundação João Pinheiro, no sentido de que os desenvolvimentos e as conquistas tecnológicas vão continuar, sem previsão de esgotamento; então temos de perguntar outra vez: como será a sociedade humana do amanhã?

No estágio em que nos encontramos, não pode haver resposta exata nem mesmo por aproximação, com rigor científico. Não obstante, deve prever-se modificação radical, sempre para melhor, cuja intensidade, no meu juízo, dependerá, sobretudo, do rumo da evolução da inteligência artificial.

Refiro-me à alternativa considerada por especialistas: inteligência artificial fraca ou inteligência artificial forte.

A primeira já vem caminhando no plano da realidade mercadológica.

A IA fraca contém-se em limites que se alcançam com semicondutores e computadores existentes ou em fase de desenvolvimento; capacita as máquinas para executarem trabalhos inteligentes, aumentando, de forma significativa, os respectivos desempenhos. Ainda que não se fundamente numa verdadeira revolução tecnológica, tende a aprimorar-se acentadamente, considerando os números que registram investimentos específicos e prognosticam a expansão do mercado nas principais economias desenvolvidas. Reconhecimento de voz, linguagem e visão, incorporam-se aos aprimoramentos que estarão vulgarizados em poucos anos. Os chamados sistemas especialistas — programas que transmitem ao computador respostas para a solu-

ção de problemas que exigem conhecimento humano especializado — são exemplos típicos de IA fraca.

Já a IA forte pretende assegurar à máquina condições intelectuais semelhantes às de padrão humano. Para afirmar-se, terá de superar o desafio de garantir ao computador — capaz de servir também como cérebro do robô autônomo — uma espécie de senso comum que viabilize, no mínimo, capacidade de aprender pela experiência; de orientar sua ação diante de fatos novos; de deduzir. Apenas esse ângulo já demonstra que a IA forte dependerá de avanço revolucionário na área da microeletrônica.

Apesar das dificuldades, há equipes de cientistas, sobretudo nos EUA e no Japão, dedicadas, permanentemente, a pesquisas no campo da IA forte, via ciência e tecnologia da cognição.

O conexionismo constitui, atualmente, a linha mais avançada da IA forte; procura dirigir a engenharia do computador pelo caminho do modelo cerebral. Em lugar de trabalharem com número reduzido de microcomputadores as máquinas devem operar com um sem-número — hoje há exemplo com mais de mil — de diminutas unidades em paralelo, quer dizer, todas ligadas entre si por meio de numerosas conexões.

A ATT, via Bell Laboratories, vem desdobrando importantes pesquisas no campo dessas redes neurais. Seu primeiro projeto tinha 22 “neurônios” um segundo 54; veio depois um outro com 254 unidades e, menos de um ano depois, já se noticia o desenvolvimento de um novo projeto com 14 mil neurônios artificiais.

Da mesma forma que os CIs, em pouco tempo, saltaram de poucos transistores para milhões há expectativa de que o mesmo fenômeno ocorra com as redes neurais. Não é certo, mas também não é impossível e muita coisa indica que pode ser até provável.

Concluo minha exposição considerando insumos para a montagem do cenário de um futuro, não muito longínquo, inconcebível para os distanciados da realidade tecnológica atual e que não deve ser desconsiderado, liminarmente, pelos que se preocupam com o estudo de qualquer ramo das ciências, porque há possibilidade de estarmos nos aproximando de uma nova era com o seu feitio.

Não há dúvida de que o progresso da miniaturização irá possibilitar a existência de robôs, para diversas finalidades, capazes de se deslocarem sozinhos. Hoje, são comandados por computadores, que não se locomovem.

Ora, quando se fabricarem, com a continuidade do desenvolvimento da microeletrônica, computadores potentes, mas pequenos, nada impede que o processo de agregação se inverta e o robô passe a carregar o computador a bordo, ou seja, na sua estrutura física, como parte do seu hardware.

Igualmente, não se discute que sensores microeletrônicos destinados à visão e à audição estão se incorporando ao computador. O tato — para não deixá-lo de fora — não é obstáculo maior na hipótese de ser necessário à finalidade da máquina (provavelmente a que se locomove). Aliás, já se pesquisa, há algum tempo, nessa área.

Agora, raciocinemos com essas premissas potencializadas a partir da inteligência artificial, seja fraca ou forte.

Na primeira hipótese, os impactos sócio-econômicos já são impensáveis a partir do observador condicionado pela evolução linear tradicional. Se efetuarmos projeções com a IA forte, então, tudo fica além do que o ser humano desavisado tende a imaginar.

Talvez estejamos às vésperas de encontrar o roteiro do nosso verdadeiro destino, deste lado da vida. Talvez a tecnologia que nos trouxe ao estágio atual, seja, igualmente, o instrumento para nos liberarmos do trabalho físico, assegurando-nos — com a abundância que as máquinas inteligentes, capazes de atuar em todos os segmentos do saber científico contemporâneo, fabricantes delas próprias, podem nos garantir — despreocupação com os meios básicos de subsistência (alimentação, abrigo e agasalho) e todo o tempo que dispusermos para exercitar, intensamente, as potencialidades desconhecidas do nosso cérebro, indispensáveis ao enfrentamento que temos de vencer, depois de nos livrarmos das limitações da escassez que sempre monopolizaram a totalidade de nossos esforços, mas que exigem, apenas, menos de vinte por cento de nossa capacidade cerebral.

#### Microeletrônica e Sociedade

Impulso de tecnologia  
empresarial





## DEBATEDORES

O SR. IVAN MOURA CAMPOS:

Hesitei um pouco com relação à abordagem a tomar, durante as exposições, mas voltei a meu ponto original. Trouxe algumas transparências na suspeita de que pudesse haver alguma possibilidade de utilizá-las. Elas focalizam uma questão muito mais concreta, muito mais microscópica, que seria: o que é microeletrônica, o que significa trabalhar em microeletrônica, qual é a problemática de hoje no setor.

Fiquei muito feliz com as colocações que me precederam: o prof. Amilcar Herrera e o prof. Hindemburgo Pereira Diniz colocam uma moldura adequada nessa questão.

Eu me arrisco a opinar que o público é bastante heterogêneo em relação ao conhecimento de microeletrônica — temos aqui desde diretor de indústria no setor, passando por cientistas de toda natureza — e então, me arrisco a apresentar estas transparências, no sentido de oferecer a vocês a oportunidade de conhecer um pouco do vocabulário na área; como também é necessária essa moldura anterior para que se possa entender qual é a problemática do setor, hoje.

Então, o gancho — como dizem os jornalistas — que eu utilizaria para começar a debater é uma fala do prof. Amilcar Herrera: o nosso problema não é prever o futuro e sim contruí-lo. O nosso problema então — também tomando um outro trecho da palestra do prof. Herrera — seria qual a estratégia adequada, dado que não temos, nas questões mais gerais, na sociedade, no ponto de vista mais amplo, global, nem as perguntas adequadas, ainda. Por uma questão de princípios, muito meus, mas acredito, da maioria, a estratégia tecnológica tem que ser vista como variável dependente da estratégia social, como muito bem colocou o prof. Amilcar; eu vejo que nós temos aí uma oportunidade. Volta a história da crise ser risco e oportunidade, como nos ideogramas chineses; há essa situação hoje. Existiram pesquisas e trabalhos que foram feitos pelos americanos, japoneses e, também, pelos europeus, que são os mais adiantados, principalmente os alemães... Há erros que foram cometidos e investimentos que foram feitos, que posteriormente abordarei.

Eu quero oferecer, agora, como pessoa que trabalha na área, uma visão de curto prazo, digamos, para os próximos 7 a 8 anos, até 1995, do que vejo como um processo viável de se chegar a um certo patamar tecnológico no Brasil, no setor de microeletrônica.

Embutido em tudo isso está uma premissa que, por dever de consciência,

tenho que expressar. Vejo como imprescindível o domínio desse segmento tecnológico, pelo fato de que ele é a infra-estrutura para que se manipule a mercadoria mais preciosa do século XXI, que é a informação. Já que o tratamento da informação é um bem, o domínio tecnológico mais importante do próximo século é a verticalização, vista, então, como premissa nossa a respeito disso. Precisamos dominar esse segmento.

Gostaria de pedir desculpas às pessoas da área, inclusive aos profissionais, mas vou ser bastante pedagógico, devido a minha ignorância a respeito do grau de heterogeneidade da platéia.

O primeiro ponto é não confundir circuito integrado com placa de circuito impresso. Quer dizer, em qualquer máquina que vocês forem abrir hoje, seja de xerox, computador etc., vão verificar que existem umas plaquinhas planas, conforme a figura 1.1: são placas de circuito impresso; há muitos caminhos entre os pinos conectores e cada uma das "baratas" do desenho é um circuito integrado, quer dizer, uma pastilha de circuito integrado com seus conectores. Dentro de cada um desses você tem o que essencialmente é fabricado: a pastilha, um retângulo ou quadrado com poucos milímetros de lado. O que significa produzir uma coisa dessa?

FIGURA 1.1  
C.I. E PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO

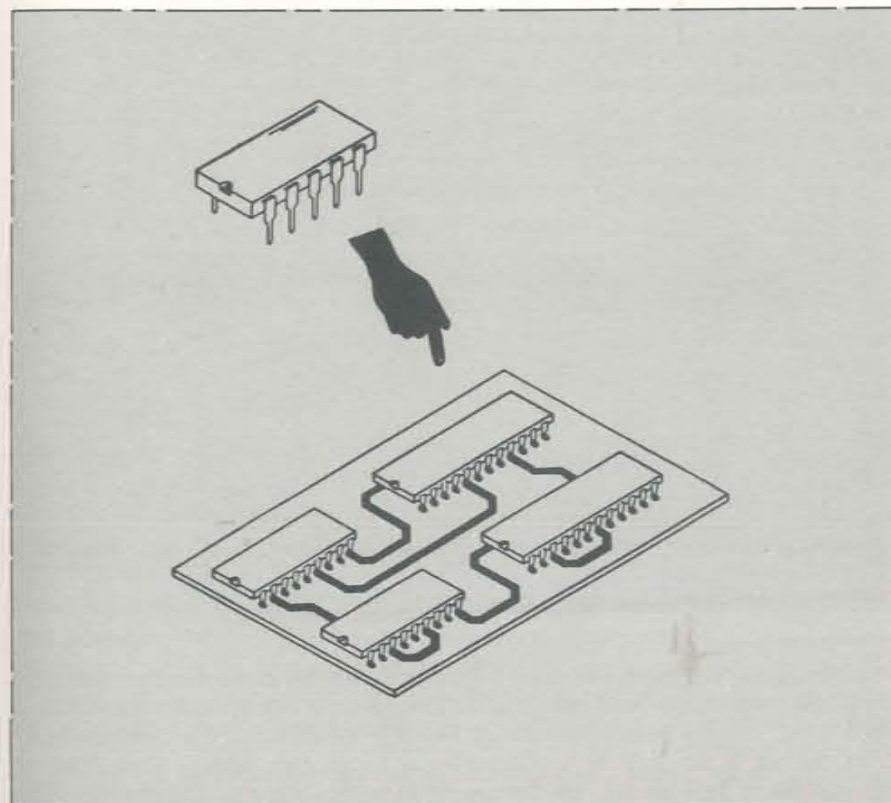
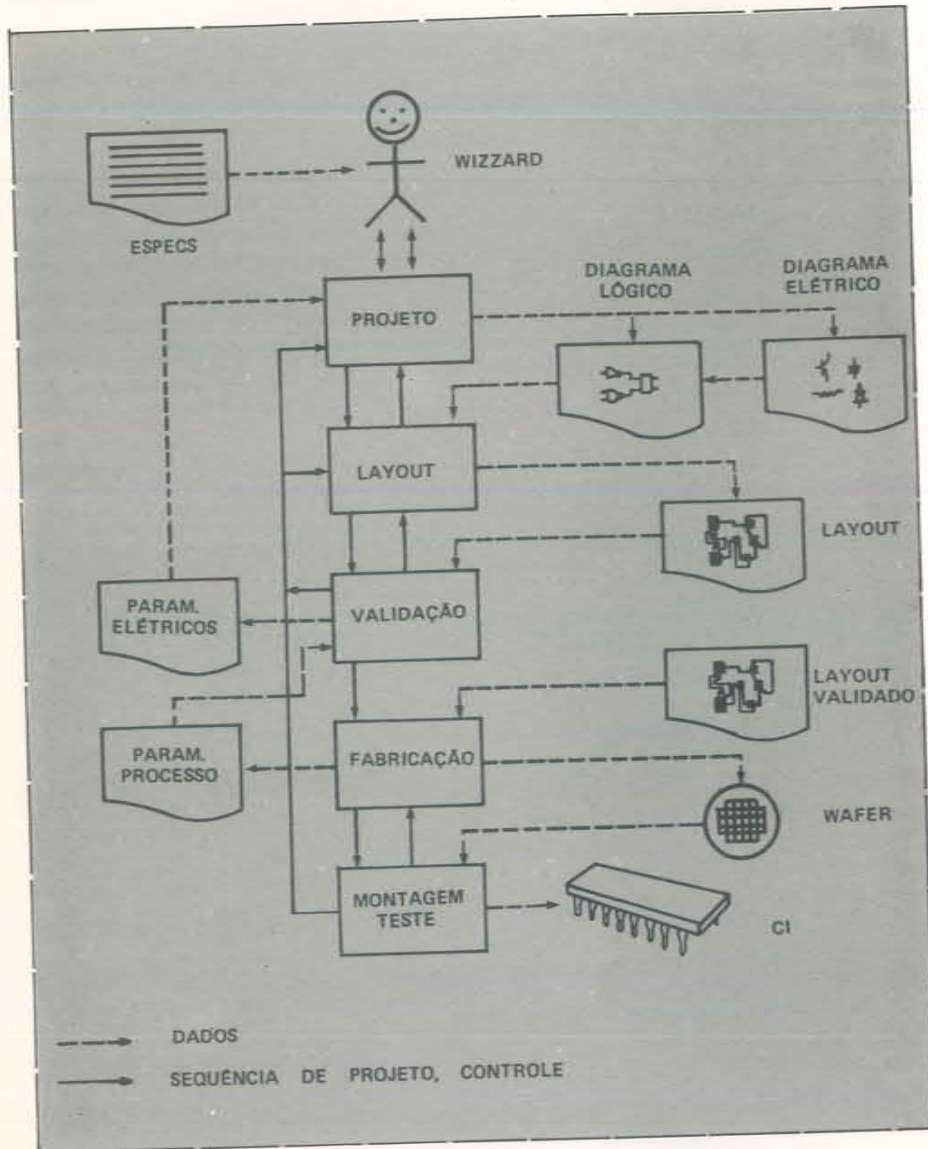


FIGURA 1.2

CICLO DE REALIZAÇÃO DE UM C.I.



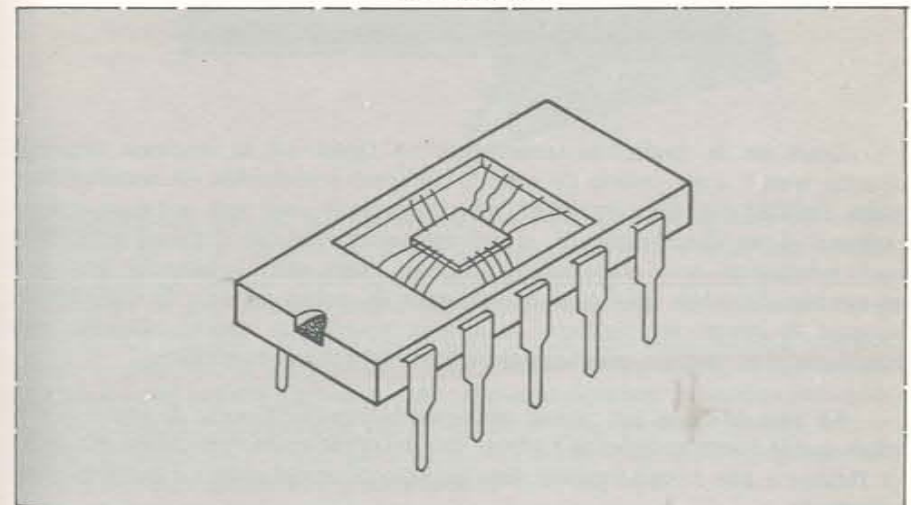
Na figura 1.2 mostra-se que, a partir de algumas especificações, um especialista no assunto vai fazer um projeto. Esse projeto começa com um diagrama lógico e um elétrico, ambos misturados. Esse é o vocabulário do projetista de sistemas digitais. É um tipo de profissional que temos com relativa abundância no país, em torno de dois mil, em contraposição ao projetista de circuito integrado,

que nós temos apenas 24 – nós conhecemos todos pelo nome e sobrenome. Esse é um exemplo significativo da magnitude do problema. Do projeto resulta, então, o lay-out. O que é um lay-out? É o projeto de um conjunto de retângulos. Esses retângulos são máscaras – da mesma forma que existe o negativo nos processos fotográficos – que são utilizados no processo da fabricação. Essas máscaras são compostas de retângulos. Cada máscara significa um nível de deposição no circuito. O circuito é feito através de deposição físico-química de uma série de substâncias e impurezas, feitas com muita precisão em camadas finíssimas e, depois que ele está todo depositado, você liga e ele funciona se tudo deu certo de acordo com o previsto, com o desejado.

Então, o projeto do circuito significa projetar as máscaras de fabricação que têm um papel parecido com o negativo num processo fotográfico. Esse lay-out é validado porque há muitas possibilidades de erro. Sai-se, então, com um lay-out validado; há uma série de coisas que precisam ser cheçadas, são projetadas tendo em vista um certo processo tecnológico de fabricação. Tem-se que respeitar as regras de projeto impostas por quem vai fabricar seu circuito. Não se pode chegar e fazer qualquer rabisco e mandar para a fábrica, porque vai dar errado. Existem as regras de projetos, e uma série de coisas, a maioria delas relativas a distâncias, dados relativos à medida, à distância. Hoje, o que é feito no ambiente das empresas de microeletrônica que estão no setor trabalhando com uma certa tecnologia é que elas utilizam sistemas que mandam fabricar nas fundições de silício no exterior (com exceção da SID, que já tem toda uma linha de produção com predominância de circuitos de entretenimento que já vem fabricando há muito tempo, em Contagem).

FIGURA 1.3

“DIE” DE SILÍCIO  
DENTRO DO CI



O chip, ou pastilha, vem numa bolacha, num wafer, como se fosse um biscoito Maria, daqueles redondos, de silício. Ele tem um monte de circuitos

e alguns outros para poder testar. O wafer depois é cortado, nem todos os chips estão corretos, existe uma taxa de aproveitamento típica; você testa um por um e depois monta como mostra a figura 1.3 e aquilo é comercializado. A SID tem uma linha de catálogo de circuitos que fabrica em série; eu não posso chegar lá e pedir, por exemplo, que fabrique os meus circuitos. Eles têm a produção de linha fixa de circuitos integrados, que vendem, comercializam e, inclusive, exportam.

Eu estou preocupado com uma coisa que tem a ver já com a mensagem. Qual é a oportunidade, por exemplo, no setor? O que é o circuito integrado, dedicado, feito sob encomenda para uma função específica? Nesse aspecto de uma linha de difusão aberta para a sociedade projetar e mandar fabricar, nós estamos ainda des-preparados, no Brasil, e esse é um dos problemas que temos a curto prazo. O resto nós sabemos fazer, há domínio no Brasil, nós temos problemas de escala, de quantas pessoas estão fazendo, mas já existe o domínio da parte de projeto.

FIGURA 1.4

TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS

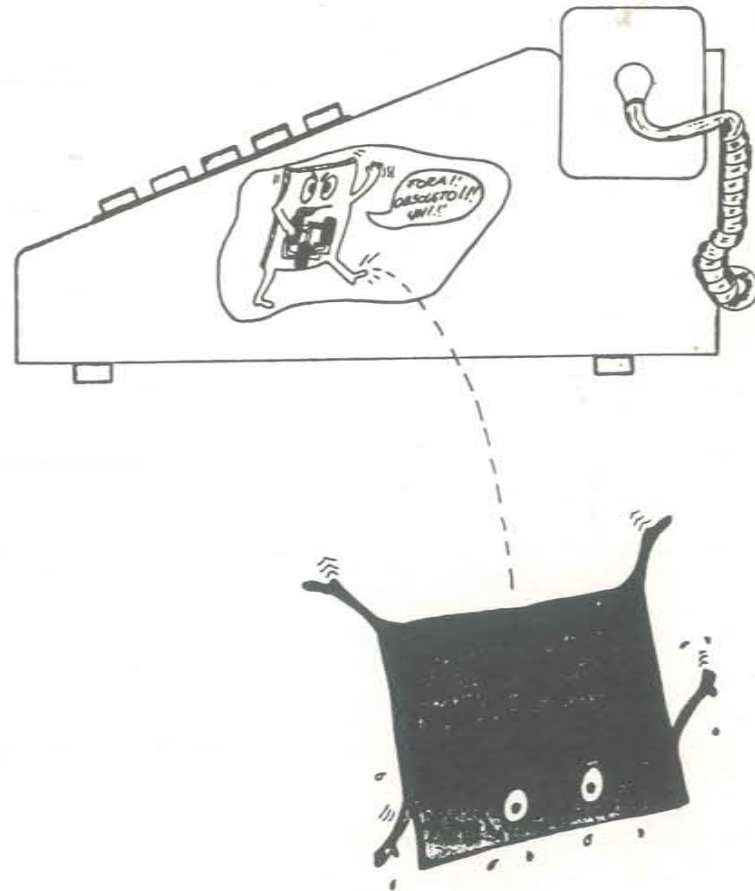
- PROJETO DE CI's DEDICADOS
- ALTA INTEGRAÇÃO
- BASE DE DADOS INTEGRADA
- COMPILADOR DE SILÍCIO

Quais são as tendências tecnológicas? A figura 1.4 as relaciona. Como já adiantei, uma é a do projeto de circuitos integrados dedicados. Os circuitos integrados dedicados podem ser vistos como o seguinte: você tem um equipamento qualquer, já em funcionamento, e tem uma placa cheia de circuitos integrados. Você substituiria uma placa inteira daquelas, uma parte substancial dela, por um circuito. Isto tem uma série de vantagens do ponto de vista de confiabilidade, grau de integração, consumo de energia, velocidade, funções adicionais que são colocadas na pastilha, porque você vai fazer um projeto específico.

Na base de dados integrados, tem-se verdadeiras bibliotecas de partes de circuitos que já foram projetados e tem-se um índice de reaproveitamento em projetos futuros e que é muito grande. Essa questão de modularidade é extremamente importante.

Com relação ao projeto de circuito integrado dedicado, a figura 1.5 mostra

FIGURA 1.5  
PROJETO DE EQUIPAMENTO  
X  
PROJETO DE CI's



algo caricatural, ou seja, a obsolescência das máquinas. Mas, tipicamente, a situação é que se tem uma placa, como aquela que foi jogada fora, e entra uma pastilha no lugar dela, substituindo-a por um circuito que foi projetado para exercer toda aquela função de um complexo maior, que é muito mais caro, dá problemas de manutenção etc. Por que digo que existe uma brecha, uma oportunidade para nós? É que as projeções de curto prazo — que não são daquelas que têm premissas das quais a gente poderia discordar — são de que os circuitos integrados dedicados serão 50% do mercado mundial em 1990. São projetados, esses circuitos, com o auxílio do computador, permitindo, assim, um cenário para 1990 em que metade do mercado é para circuitos integrados dedicados.

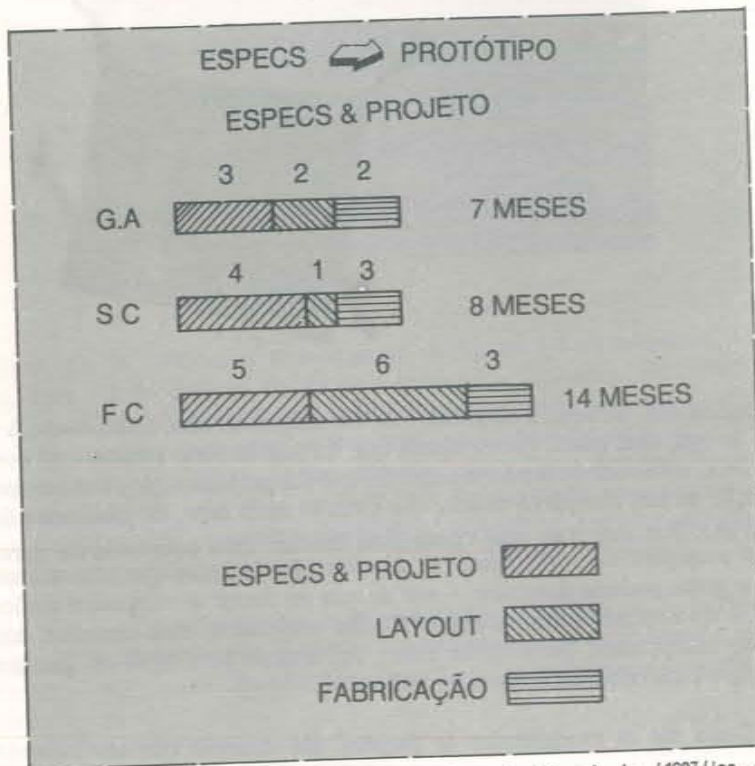
Quais são as modalidades de projeto? Há circuitos que são mais difíceis e

outros mais fáceis. Existem três modalidades de projetar circuitos, utilizadas (mostra transparências com circuito **full custom**).

A outra modalidade de circuito é chamada células padrões — **standard cell**. É como se fosse um joguinho de armar, onde se tem uma biblioteca de células. Temos uma biblioteca disso como se tem uma biblioteca de programas de computador. Se você fizer um circuito que é uma composição da justaposição dessas células, como se fosse um joguinho de armar, é garantido que o resultado dá certo, porque cada célula foi feita dentro das regras de projeto, a fábrica garante que, se você combinar só células da biblioteca dela, o circuito vai dar certo. Isso é muito importante. Qual é a desvantagem disso com relação ao **full custom**? É claro que nos permite um grau de automação muito maior, e isso é exatamente a área que em nós trabalhamos, aqui na UFMG. Temos um sistema que faz esse tipo de projeto, automaticamente; circuitos projetados e fabricados com **software**; construímos aqui e projetamos circuitos integrados dessa tecnologia.

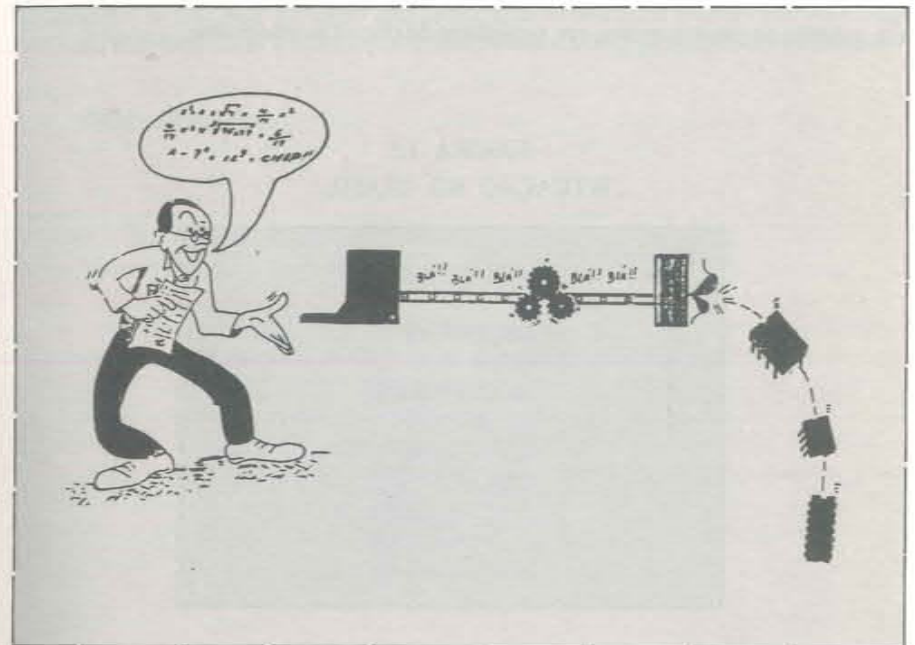
Finalmente tem uma coisa que dá para automatizar muito mais ainda que é o chamado **gate array**, que é o seguinte: está tudo pronto, você tem uma matriz de portas lógicas e a última coisa que falta é ligar. Falta a última máscara e você só tem que projetar uma, que é a máscara de metalização. Então, se você conseguir expressar o que quer fazer dentro de uma matriz de **needs**, por exemplo, você conecta um e outro e a coisa funciona do jeito que você quer. É muito mais fácil, a velocidade de projeto é muito maior como mostra a figura 1.6.

FIGURA 1.6  
TEMPO DE DESENVOLVIMENTO DE UM C.I.



É claro que do ponto de vista de área, o **full custom** ocupa, em média, muito menos área, o **standard cell** uma percentagem média e o **gate array** muito mais área. A área é importante porque quanto maior ela for, maior a probabilidade de uma impureza estragar o circuito e de se ter um prejuízo no processo de fabricação. Não é só porque é barato e pequeno; é uma necessidade tecnológica, impedir que impurezas poluam o circuito.

FIGURA 1.7  
COMPILADOR DE SILÍCIO



Um compilador de silício ainda é um esforço de pesquisa internacional, é uma coisa que, desejavelmente, nós teremos no futuro: você expressa qual a função que quer do circuito; isso entra num maquinário qualquer que **cranque, cranque, cranque** e sai o circuito integrado pronto como na figura 1.7. Existem pesquisas bastante interessantes sendo feitas neste sentido: para certa classe de circuitos, se se conseguir expressar a função deles com facilidade, numa linguagem apropriada, o compilador de silício faz o projeto do circuito automaticamente.

Sobre a situação no Brasil, como está ela? Eu já adiantei que nós temos muito poucas pessoas que fazem o projeto de circuito integrado. Um projetista de circuito integrado é aquele que senta e sai projetando as máscaras de **full custom**. Não chegam a trinta, no Brasil, esses profissionais. Uma pessoa como esta demora muito tempo para ser formada. Estou falando de projetista de circuito CMOS para quem é da área, não se queixe comigo, porque, nas outras subclasses, encontra-se mais gente. E nós precisaríamos capitalizar numa outra categoria de profissionais, que são os projetistas de sistemas digitais, aqueles que projetam placas: dados os circuitos integrados, eles sabem projetar sistemas que são composições daquele.

O "pulo do gato" nesse negócio é, exatamente, através do próprio computador. Você tem uma estação de trabalho. É o tipo que está sendo feito nos lugares mostrados na figura 1.8: está todo mundo tentando convergir para uma estação de trabalho na qual o projetista de sistemas digitais interaja com o computador, com dispositivos periféricos adequados e fazendo aquilo que ele fazia normalmente, que é projetar um sistema digital em termos do seu vocabulário de portas lógicas, flip-flop, transistores e etc. Ele se expressou, simulou o circuito, está satisfeito, o resto do maquinário faz o projeto das máscaras para ele automaticamente. Essa é uma oportunidade de — dado o recente vigor da nossa indústria eletroeletrônica e, em particular, a de informática, microcomputadores — podermos capitalizar nessas pessoas que estão aí, transformá-las, com um prazo de treinamento mínimo, em questão de poucos meses, em projetistas de circuitos integrados.

FIGURA 1.8  
SITUAÇÃO NO BRASIL



A outra parte é a de fabricação. Ela é caríssima, muito complexa. Estamos com muita esperança de que uma empresa, como a SID, que está aqui em Minas Gerais, possa ter sua linha de difusão aberta para que possamos fabricar lá, ao invés de estarmos mandando para o exterior, como fazemos hoje.

O ponto é o seguinte: não podemos adiar essa questão do domínio dos processos tecnológicos de fabricação, quer dizer, a física do estado sólido disso, a caracterização de processo. Isto tudo é muito complicado e muito caro. Boa parte do know-how desse processo reside na capacidade de projeto: ou seja, se nós conseguirmos, com a pequena base tecnológica instalada no país, levar a sério esta questão, de solidificarmos, de consolidarmos a nossa capacidade de projeto, isto já nos confere um grau invejável com relação aos países do Terceiro Mundo. Aí nós começamos a falar direito, "taco-a-taco" com países do Primeiro Mundo porque há disponibilidade de fontes alternativas de fabricação; ou seja, se acon-

teceu algum problema com a linha de fabricação nos Estados Unidos, eu mando fabricar o mesmo circuito no Japão. Essa característica da economia internacional, de poder ter múltiplos fornecedores do mesmo tipo de tecnologia — dada a moldura adequada sem ser numa época de crise profunda — pode ser capitalizada em curto prazo. Acho que é uma coisa realizável até meados da década que vem. Nós temos uma infra-estrutura sólida de capacidade de projeto instalada no país que é uma parte substancial do domínio dessa tecnologia.

Creio que é extremamente importante a questão do domínio do processo de fabricação, se não esse processo não fecha, mas eu sou mais tolerante com o tempo em relação a isso, dado o volume de investimento e a complexidade do problema.

Muito Obrigado.



A SRA. MARILENA CHAVES:

O professor Hindemburgo tratou muito bem a questão do desenvolvimento da microeletrônica ter sido o momento inicial e a razão básica das mudanças tecnológicas tão rápidas e revolucionárias como as que ocorrem hoje. Ele ressaltou, também, o fato de que ela permitiu um verdadeiro salto em diversas áreas do conhecimento, saltos no progresso científico, inclusive, dando origem às novas tecnologias.

Lembro-me bem do exemplo dele: a engenharia genética. De fato, nunca se poderia pensar nos progressos que já são observados hoje nesse campo sem o desen-

volvimento da microeletrônica.

Mesmo entre as diferentes opiniões a respeito do sentido e do que resulta desse avanço tecnológico, não existe divergência a respeito do fato de que a sociedade que vem emergindo, nesse final de século, passa por transformações e mudanças induzidas pelo desenvolvimento da microeletrônica, dos desdobramentos que ela permitiu.

Neste debate, e em vários outros que já assisti, dois pontos me chamam muito a atenção. Primeiro, eu acho interessante que, aos poucos, parece que tem deixado de ser uma tendência, como era anteriormente, as discussões que polarizavam as posições a favor ou contra se a tecnologia (no caso, a microeletrônica) é de Deus ou do diabo. Quer dizer, as pessoas, de início, tendem a se colocar de um lado ou do outro. A tecnologia como a solução de tudo ou a tecnologia como a razão de toda a desgraça. Creio que nós, cientistas sociais, durante muito tempo — quando digo tempo, são séculos — deixamos um pouco de lado o estudo da questão tecnológica na literatura econômica, inclusive em termos teóricos: o tratamento da questão tecnológica é recente e é escasso. Acho que, pouco a pouco, já começa a se entender a tecnologia, não como uma coisa de Deus ou do diabo, e nisso a definição do dr. Hindemburgo Diniz foi bastante oportuna. Ou seja, ela é um instrumento (essa é a palavra chave) que permite ao homem garantir a sua sobrevivência ou seu desenvolvimento. Um instrumento.

Uma outra discussão tem sido colocada muito frequentemente nas várias reuniões que tenho participado e que aqui também foi citada: o seu poder transformador. Quer dizer: às vezes pergunta-se se a tecnologia da microeletrônica levaria a uma revolução.

Alguns, em outra linha, dizem que ela não é uma revolução, é uma reforma. Gostaria de lembrar uma expressão que o professor Amílcar Herrera utilizou para se referir à crise: no sentido chinês a crise é entendida enquanto risco e enquanto oportunidade.

Sendo a tecnologia um instrumento e sendo a microeletrônica e seus desdobramentos a capacidade que hoje se tem de fazer máquinas que respondam cada vez mais rapidamente e cada vez com mais precisão aos comandos do homem, acredito que existe a possibilidade de que essa revolução possa vir a acontecer. Revolução no sentido de transformação social e política radicais. Como o dr. Hindemburgo afirmou, acredito que o capitalismo não é uma estação final na história da humanidade. O problema é como chegar lá. Discutir qual o papel dos diversos segmentos sociais nesse processo. Ou seja, como capitalizar a oportunidade que o desenvolvimento tecnológico representa no contexto da crise. Lembro bem das palavras do prof. Herrera: o importante é fazer a pergunta, quer dizer, qual o nosso papel para chegarmos lá? Colocando a polêmica sobre o caráter revolucionário ou não da microeletrônica eu diria que não é possível (e nem necessário) ter uma resposta exata, predeterminada, a respeito de ser a microeletrônica a base de uma revolução ou apenas de uma reforma do sistema.

Está ficando claro para nós, e isso é muito importante — daí a noção de oportunidade no conceito de crise enfatizado pelo prof. Herrera — que a força transformadora do progresso técnico (força essa que o desenvolvimento da mi-

croeletrônica e seus desdobramentos têm deixado bem claro), não leva, por si só, a uma nova sociedade. Ela exige, ela explicita, ela faz tornar cada vez mais evidente e faz os diversos grupos sociais entenderem a incompatibilidade do sistema atual vigente, a força de apropriação vigente, com o potencial que o progresso técnico poderia propiciar.

Nesse sentido, a força transformadora do desenvolvimento tecnológico no contexto da crise coloca-se como um desafio ou como uma oportunidade, não se esquecendo, porém, dos riscos que representa.

A partir daí uma pergunta que se impõe é a seguinte: qual poderia ser o nosso papel, como cientistas sociais, em debates dessa natureza, quando a discussão gira em torno de polêmicas como o caráter benéfico ou maléfico da tecnologia ou sobre a força de seu poder de transformação social? Acho que uma contribuição importante é, exatamente, desmistificar a tecnologia, tanto no sentido diabólico quanto no seu sentido de ser a solução e a esperança de tudo. Quer dizer, nós estamos criando máquinas. Essas máquinas vão responder com precisão e rapidez aos comandos humanos. A sociedade é um projeto de homens e não de máquinas. Depende de nós.

Outra discussão importante a respeito das transformações causadas pelo progresso tecnológico é sobre as mudanças na escala de valores da sociedade. Os nossos valores vêm se modificando ao longo do tempo.

Há pouco mais de um século, o “ser proprietário de escravos” não era nenhum valor imoral. Era-se proprietário de escravos tal como hoje se é patrão. As pessoas, atualmente, se distinguem entre serem bons ou maus patrões, talvez, mas não é imoral no nosso sistema de valores. Hoje, ser proprietário de escravos é uma aberração, é uma anomalia. Toda a sociedade condena. Pode-se chegar a um tempo em que essas categorias, patrão e trabalhador, sejam revistas na escala de valores sociais, em decorrência das mudanças sociais políticas induzidas pelo desenvolvimento tecnológico. Deverá ser revisto também o papel dos salários e do mercado na distribuição da riqueza e dos próprios frutos do progresso técnico. Essa discussão, aliás, já vem sendo colocada por vários estudiosos do tema.

Pelo adiantado da hora, eu não tenho mais tempo para continuar a análise desses pontos; vou deixá-los, então, como questões para o debate com o plenário. Apenas para encerrar minha exposição, gostaria de lembrar que a duração da jornada de trabalho é outro aspecto importante nessa discussão. Hoje já se fala em redução da jornada de trabalho. Ela é socialmente e politicamente imposta. Não são as máquinas que a determinam. É a sociedade que determina a sua duração.



---

## DEBATE COM O PÚBLICO

---

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

---

Eu queria fazer uma colocação ao prof. Ivan Moura Campos sobre a tecnologia nacional, com relação a microprocessadores. Gostaria de saber se em Campinas não existe um núcleo igual ao da UFMG, já produzindo micro-chips?

---

RESPOSTA DE IVAN MOURA CAMPOS:

---

Há iniciativas de várias naturezas nesse aspecto. Existe um núcleo de pessoas fazendo projeto, tanto no CTI como no LED da Faculdade de Engenharia de Campinas, trabalhando na instalação, inclusive, de linhas de difusão. Essa é uma discussão muito quente nos dias de hoje; ou seja, a questão da fabricação não está equacionada. Em ambiente universitário, você vai encontrar muita gente fazendo projeto e dando cursos, mas, na maioria dos casos — e isso inclui Campinas também — com regras de projeto, digamos, didáticas. É a abordagem chamada **midden conway**. Quer dizer, você tem regras de projeto que a indústria não usa. Você ensina os princípios do projeto dentro do ambiente universitário. A abordagem da UFMG é diferente. O nosso laboratório fez um sistema, sob encomenda da Telebrás, para fabricação de circuitos integrados reais, concretos, produzidos nos Estados Unidos, para utilização dentro dos sistemas de telecomunicações deles. Existem circuitos, já em funcionamento, que foram projetados com o sistema que nós construímos...

---

Intervenção de José Maria da Fonseca:

---

Com o computador próprio que vocês estavam desenvolvendo lá também, não é?

---

RESPOSTA DE IVAN MOURA CAMPOS:

---

É. Isso pode surpreender a alguns, mas o fato é que o nosso problema maior é de número de pessoas. É escala. Se você considerar na base das unidades, nós temos pessoas talentosas nesse país que são comparáveis às melhores do exterior; há gente muito boa aqui. O problema é que nós temos muito poucos profissionais com esse tipo de formação. Você entra num laboratório da Bell, ali há centenas, às vezes, milhares de pessoas. Você entra num laboratório de pesquisa da IBM em **York Heights**, tem dois mil PhD trabalhando em qualquer coisa, desde escova de dentes até submarino atômico. É a questão de volume, de massa de dinheiro. O vigor da economia deles é como disse o professor Amílcar Herrera: seria uma bobagem nós imaginarmos que vamos poder competir. Nós temos que trafegar dentro das picadas que possamos abrir e encontrar brechas e atalhos tecnológicos para não nos mantermos alheios a esse tipo de projeto, a esse tipo de iniciativa internacional.

---

Intervenção de José Maria da Fonseca:

---

Professor Ivan, com relação à perspectiva dessa brecha que falaram que vai haver para a gente, na próxima década, até 1995 basicamente: é uma brecha só de **hardware** ou tem alguma coisa na área de **software** também?

---

Só para complementar: esse sistema que o Sr. falou, em que se pode montar **chips** através de programação em computadores, seria mais ou menos a utilização de sistema equivalente a CAD/CAM?

---

RESPOSTA DE IVAN MOURA CAMPOS:

---

Isso é CAD/CAM. Isso é CAD: Computer Aided Design.

---

Intervenção de José Maria da Fonseca:

---

Pois é, mas a máquina CAM também faz?

---

---

## RESPOSTA DE IVAN MOURA CAMPOS:

---

Os dois processos podem ser muito desvinculados. Entre o projeto e a fabricação, a única comunicação que eu preciso ter com o fabricante — sem entrar em detalhes que não interessam aqui — são as regras do projeto. Se eu respeitar as regras do projeto, o fabricante produz aquilo para mim e não vai dar errado. Vai sair como se ele tivesse projetado. Então, o que nós estamos discutindo é que temos uma oportunidade exatamente em CAD, ou PAC, em português: Projeto Assistido por Computador. É a área que trabalhamos aqui na UFMG: um dos nossos laboratórios é esse. Fizemos um sistema de PAC — Projeto Assistido por Computador — que é uma estação de trabalho, é um micro com tela colorida, de alta resolução, uma série de periféricos apropriados, tablete, mouse etc. Um projetista de sistemas digitais, que projeta placas de circuitos impressos, senta-se lá, faz o diagrama esquemático do circuito dele, tem todas as facilidades gráficas, simula e quando está satisfeito com a simulação e com os testes que fez, com o seu modelo de circuito, ele simplesmente diz: “Está legal” e saem as máscaras. Pode mandar. Aqui isto se chama pedir tape, vai para uma fundição de silício nos Estados Unidos. No nosso caso particular, chama-se **American Microsystems Incorporated — AMI**. Ela fabrica os circuitos que nós projetamos.

---

## RESPOSTA DE HINDEMBURGO PEREIRA DINIZ:

---

Eu poderia fazer uma observação, professor José Maria?

Irei basicamente complementar a colocação do professor Ivan. Em primeiro lugar, em Campinas, de fato, a preocupação do Governo, quando montou aquele campo, era garantir tecnologia para a inteligência nacional. Evidentemente, o atrativo maior para os autores da iniciativa, como sublinhou o professor Ivan, era o setor de comunicações. Mas, mudanças de comando na área governamental podem modificar a rota primitiva. A posição lá é bem diferente, por exemplo, da posição da SID aqui. Essa última é uma estrutura industrial estratégica. Sob certos ângulos, talvez a mais importante indústria privada deste país, à medida que consideramos a expressão da microeletrônica. É preciso que ela seja, entretanto, dirigida no sentido do interesse nacional. Não como base para operações comerciais; não marcando passo com projetos que já dispõe, mas investindo no sentido de formação de material humano habilitado e em novas pesquisas, aliando-se à universidade.

Aliás, quando, pela primeira vez, falei em indústria vinculada com universidades, na Europa e nos Estados Unidos muitos riram de mim. Hoje, todo mundo respeita o caminho. Até porque a microeletrônica é profundamente complexa e, sendo assim, é cara. Os estudos, os projetos são dispendiosos, não se viabilizam economicamente, entre nós, se não houver massa de apoio expressiva que compense a limitação do mercado brasileiro.

---

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

---

Eu queria saber sobre os computadores do futuro imediato, computadores que possam andar, que possam se mover ou que possam ter decisão pessoal.

---

## RESPOSTA DE HINDEMBURGO PEREIRA DINIZ:

---

Se o senhor analisar, já fiz uma colocação de longo prazo nesse sentido. Tudo depende da inteligência artificial. Se houver inteligência artificial forte, o **software** desaparece. O senhor vai fazer um **hardware** que incorpora capacidade de percepção, de raciocínio, de retroalimentação e de tomar decisões. Mas não em um futuro imediato.

---

## O Sr. Francisco Mendonça (PUC/MG):

---

Minha pergunta é para o professor Amílcar Herrera. Ele falou em dois cenários possíveis: um cenário tendencial e outro normativo. Disse também que existem alguns elementos para a construção de uma sociedade possível e listou parte desses elementos, como a questão da igualdade, da participação, da compatibilidade com o meio ambiente e da autonomia para tomar decisões. Eu queria perguntar o seguinte: até que ponto nós aqui, do Terceiro Mundo, poderíamos ter possibilidades de construir essa sociedade que nós almejamos e até que ponto a tecnologia do Primeiro Mundo poderia ser um obstáculo para que construíssemos essa sociedade?

Eu queria que o senhor discorresse também sobre o atual estágio brasileiro em relação a essa sociedade desejável. Inclusive o Ivan Moura Campos, quando falou a respeito de técnicos e cientistas desenvolvendo essa questão tecnológica da microeletrônica, disse que nós podemos contar nos dedos as 24 pessoas que projetam o circuito integrado. Até que ponto, por exemplo, o Primeiro Mundo poderia, em função desse cenário que desejamos, levar essas pessoas a impedir que a gente construa essa tecnologia para o futuro?



## RESPOSTA DE AMILCAR HERRERA:

Responder a essa pergunta precisamente parte das finalidades últimas do projeto, digamos assim. Eu acho que a famosa questão de brecha tecnológica é uma das coisas enormemente exageradas no que diz respeito a possibilidades em sociedades diferentes. E nesse sentido; eu me lembro de uma reunião em que estive no ano passado, na Venezuela, onde todo o problema era a brecha tecnológica. E eu pensei: "Um momento. Na América Latina, faz não muito tempo, quatro séculos que estamos justificando, que existem pessoas que não têm o que comer, têm fome etc., com a brecha tecnológica". Antes era a dependência, o colonialismo e agora é a brecha tecnológica a responsável por essa situação. Os responsáveis por tudo isso tentam sempre achar outro pretexto: "Agora, a população não pode comer bem ainda por causa da brecha tecnológica". Todos sabemos que o acesso à alimentação, na maior parte dos países da América Latina, é um problema de distribuição da renda e não um problema tecnológico.

Então, sobre esta questão de construir uma sociedade diferente, o problema não é só o de saber se temos capacidade para fazer essas tecnologias. É necessário saber como produzir e também como importar tecnologia. Quando falamos em autonomia, uma das coisas que ficam claras no projeto é que a autonomia consiste em poder definir que tecnologia precisamos, qual é a que nós queremos. E depois você pode importar, se tem isso. E vai cumprir o mesmo efeito social. Importar. De maneira que a brecha não é uma justificativa para não poder se fazer isso. Além disso, não façamos coisas absurdas. Vamos supor que o mundo tenha uma distribuição homogênea, como seria desejável, de conhecimento tecnológico e científico. A América Latina teria 8% da capacidade criativa do mundo, porque essa é a porcentagem de população que ela tem. Tem uma sociedade ideal, nenhum país é autônomo, autárquico nesse sentido. Se você toma neste momento o resto do mundo, países muito avançados do ponto de vista social, como os escandinavos, por exemplo, todos eles são totalmente secundários do ponto de vista de produção de tecnologia. O que eles fazem? Estão aplicando, importando a tecnologia de que eles precisam.

Portanto, um dos pontos fundamentais do projeto é esse: a autonomia consiste em poder definir, em primeiro lugar que tecnologia se precisa para as condições locais de todo tipo, culturais etc. Isto não quer dizer que não vai haver problema. Não se pode pensar só: "Que bom! Se outros países não nos ajudarem, não vamos poder fazer isso." A situação real é essa. A maior parte dos problemas que temos, nós é que os criamos e não os de fora. Eu acho que uma das questões que esta situação nos permite agora, um desafio como este no mundo, é uma coisa que já faz mais de vinte anos: sempre pensamos poder copiar o modelo dos países desenvolvidos. Mas, ninguém vai fazer por nós o que nós mesmos não fazemos. Aquilo que os países subdesenvolvidos não fazem por eles mesmos, ninguém vai fazer por eles. A questão é: que tipo de sociedade queremos e como? E quais são os problemas? Essa seria a resposta.

Esta discussão tem colocado uma série de problemas e supostos implícitos

em torno do que está acontecendo agora e a que me referi e que tem a ver com o que eu disse, sobre a ilusão. O que eu falei em relação ao problema específico colocado é sobre o progresso tecnológico e quais são os critérios para adiar esse progresso. O que fazemos com a tecnologia? Acho que uma das questões centrais é que a mudança tecnológica — não só agora; no passado também — coloca-nos entre problemas que não são só de conhecimento. São problemas de outro tipo. Quando falamos, por exemplo, sobre a possibilidade de multiplicar cérebros. Eu não sei se podemos multiplicar cérebros. Sabemos muito pouco do cérebro, como os fisiologistas dizem. Uma coisa é multiplicar cérebros e outra é multiplicar mentes: não é exatamente o mesmo; o ser humano é muito mais complicado. Temos critérios estéticos: a beleza é fundamental. Temos critérios morais. Podemos amar; podemos odiar; somos muito diferentes do que surge só do conhecimento. Temos que tomar opções desse tipo. Podemos, por exemplo, programar efetivamente seres humanos. Mas, a opção é: temos o direito de fazer isso? Queremos fazer isso? Também podemos aniquilar a humanidade em vinte minutos, mas temos o direito de fazer isso? Uma série de opções nos são colocadas e não só em nível de conhecimento. Por isso eu insisto em dizer que o que temos a fazer com a tecnologia depende do tipo de sociedade que queremos. Isso se vê muito bem no mundo antigo ao se observar como mudaram as utopias do passado humano. As utopias de Thomas Morus, Platão, até Campanella etc., a utopia significa uma sociedade desejável para a condição humana, na qual a tecnologia é um instrumento. O risco que estamos correndo agora é o de fazer o inverso, ou seja, a sociedade será como a tecnologia permitir. No momento, a tecnologia permite muita coisa, mas, o que queremos fazer? Esse é o problema que está sendo colocado. Por isso é tão importante a participação; que as pessoas decidam aquilo que querem. Sem participação podemos terminar em sociedades absolutamente centralizadas. Por isso, acho que a melhor anti-utopia que já se escreveu foi a de Aldous Huxley, sua famosa obra "Admirável Mundo Novo", mostrando o que pode sair efetivamente dessa situação. Ele se adiantou a tudo isso. Podemos programar seres humanos. De que sociedade? Isto é o que ele descreve. Podemos gostar ou não dessa sociedade. Mas, as opções fundamentais estão na condição humana, no que somos. Creio que essa é a questão principal que vamos ter que levar em conta também no futuro, ou seja, de como vai evoluir ou não esta tecnologia.

E, nesse sentido, finalmente, sobre ser otimista estou completamente de acordo. Escrevi há algum tempo um livro sobre esse assunto — eu acho que estamos precisamente no momento em que o ser humano pode liberar-se do trabalho não criativo, que não faz parte da condição humana. Essa é uma possibilidade. O que estamos falando agora é: como liberar-se? De alguma forma criativa ou criando uma máquina desumanizada? Aí está a opção.

Intervenção de Hindemburgo Pereira Diniz:

Meu caro professor Herrera, tenho a impressão de que não estava errado quando preferi o vocábulo cérebro. O cérebro é uma parte dessa nossa carcaça. A mente não. A mente é cósmica. Quando mencionei máquina inteligente, não incluí inspi-

ração no conceito. Não sei se veremos robôs com senso comum, apesar de já se pesquisar, com profundidade, nesse sentido. Mas, nem mesmo em senso comum falei, muito menos em inspiração. O cérebro guarda e processa nosso conhecimento. Entretanto, não armazena inspiração. A inspiração não nos acode no instante que quisermos, a qualquer momento, porque não está na nossa consciência; não está nem no nosso subconsciente. O melhor dos intelectuais, dos músicos, dos artistas, não faz uma obra-prima na hora que lhe for solicitada. A inspiração vem porque somos uma espécie de antena; porque, melhor dizendo, temos capacidade de captá-la. E aí envolvemos a ação da mente, que não é tangível como o cérebro.

---

O Sr. Wilson Leal (SID MICROELETRÔNICA):

---

A microeletrônica é uma ciência muito dinâmica e, como tal, algumas informações aqui prestadas carecem de algum complemento e atualização. É com muita alegria que agradeço aqui as referências feitas pelo dr. Hindemburgo sobre a situação da SID — que é realmente motivo de orgulho para todos nós, funcionários — e também sobre os planos que estão em implementação.

Quanto à colocação do Ivan Moura Campos, é muito didática realmente. Eu gostaria de ter tido essa aula no tempo em que estava na escola. O detalhe é que a microeletrônica não é uma ciência única. É multidisciplinar. Ela é composta de várias ciências em conjunto: a eletrônica, a física, a metalurgia, para não citar inúmeras outras. E, como tal, o maior desafio — e a palavra cérebro foi soberbamente utilizada aqui — também na nossa empresa, é o desafio dos recursos humanos. Em 1986, a SID e a UFMG patrocinaram em Belo Horizonte o 1º Encontro sobre Ensino de Microeletrônica, justamente para analisar o problema existente hoje, no país, no ensino multidisciplinar, que é o objetivo nosso, de ter então o recurso humano necessário. Até agora não tivemos, ainda, a resposta adequada da comunidade universitária em termos de formação desse pessoal. Resposta adequada também ligada ao grau de exigência que nós temos, de tempo e de qualidade.

No entanto, esforços realizados em ambos os lados são inúmeros e concretos. A título de complementar as informações do dr. Hindemburgo, não temos hoje mais de cem engenheiros nas diversas disciplinas da microeletrônica. Estamos em formação, utilizando entidades como a USP, em São Paulo, a Universidade do Rio Grande do Sul e mesmo uma parcela do departamento de Física da UFMG, que têm sido então o celeiro dos nossos recursos humanos. Mas, eu aponto aqui, até relembro um pouco o desafio do Vítor Blatz há um ano atrás, quando ele perguntava: "Onde eu vou buscar os meus engenheiros?" Essa pergunta ainda está no ar. Estamos carentes de cérebros. A brecha tecnológica só é possível através deles. Eu manifesto aqui a nossa necessidade deles ainda. E, completando, um fato novo para o Ivan: é que a SID já é considerada atualmente uma **foundre** nacional. O que é a **foundre** nacional? É aquela empresa nos moldes do exemplo do Ivan, em que o circuito integrado projetado através de

computadores, como o CAD já desenvolvido inclusive no país pela própria UFMG é enviado para ser difundido fora do país. Com os processos existentes na SID — são processos bipolares — nós já estamos aptos. Não posso revelar, por razões comerciais, mas alguns clientes já estão — um deles, na própria área das telecomunicações — em fase de desenvolvimento de um circuito integrado, usando o ciclo completo disponível no país, representado pela SID-MICRO. Quer dizer, essa atualização em função da dinâmica dos acontecimentos faz-se necessária. Essas são algumas das informações que eu queria dar.

---

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

---

Gostaria de fazer uma pergunta ao professor Herrera. Dentro da perspectiva desse projeto que tem sido desenvolvido, como estão sendo analisadas, por um lado a questão do desemprego tecnológico e por outro — do ponto de vista mais micro, da organização do trabalho — o que tem sido visualizado, nessa relação entre o processo de absorção de tecnologia e uma adequação com as relações sociais de trabalho?

---

RESPOSTA DE AMILCAR HERRERA:

---

Esse é um dos aspectos que estamos considerando no projeto e provavelmente, à tarde, a Leda Gitahy deverá trazer alguma informação sobre o número de participantes, das pessoas que estão trabalhando, que estão no processo de trabalho que está aí.

A primeira coisa a dizer, para esclarecer rapidamente isso, é: tivemos, no início do projeto, uma reunião com o pessoal da FAST, que é um programa da OECD, um setor da comunidade econômica européia, sobre o desemprego e a previsão deles é de que a Europa, no final desta década, deverá ter 20% de desemprego. A pessoa que dirige esse programa chama-se Pétrela. Então, eu fiz a seguinte pergunta, que tem a ver com o que você disse. "Por que chamam de desemprego a isso? Por que isso é desemprego?"

Quem é um desempregado? Se a gente pergunta quem é um desempregado, para um economista a resposta é fácil. É uma pessoa da força de trabalho que não tem lugar. Porém, se você pede que ele defina quem é a força de trabalho, já o assunto não é tão claro. Em um país rural africano, a força de trabalho é todo mundo de sete anos para cima. Na Suécia, é todo mundo de vinte anos até quarenta e cinco, cinquenta e cinco anos. Tradicionalmente, o desempregado é implicitamente uma

pessoa que não tem emprego em uma situação conjuntural; normalmente, num período recessivo, no qual a pessoa fica sem trabalho e vai recuperá-lo depois. Agora não tem sentido, porque essa pessoa não vai recuperar esse trabalho quando o desemprego é tecnológico.

O Petrela me disse: "Você tem razão. Por isso estamos começando a utilizar agora o termo de mão-de-obra redundante. Não desempregado, mas no sentido de que se precisa de menos força humana para produzir a mesma quantia de bens e serviços." Então, a primeira coisa é esclarecer isso. Eliminar a categoria de desempregados como se tem agora, que é esse marginal do social. Quando eu falava do marginal, falava da pessoa que recebe um salário sem fazer nada. Qual é a solução disso? O óbvio é, num prazo de vinte ou trinta anos, diminuir a jornada de trabalho. Isso pode ser imediato também. Por que há tanta resistência quanto a isso? É muito fácil: porque, se diminuir a jornada de trabalho, que pode ser de 5 horas ou 4 horas, você estará questionando a divisão social do trabalho. Por que algumas pessoas têm que trabalhar o dia inteiro e outras não? Qual é a solução? A solução seria a distribuição do trabalho social necessário em toda a sociedade.

Agora, como você termina com esse problema do desempregado? Tudo isso é muito óbvio. Um estudante de escola primária, cuja criatividade não tenha sido destruída ainda pelo sistema educativo, acha a solução em cinco minutos: distribui-se o trabalho entre todo mundo e acaba-se o problema. Esse é o critério que estamos colocando. Por isso eu falava em direitos. As pessoas têm direito a um lugar útil na sociedade. Não é só obrigação; têm direito a um lugar útil. Então, o que está sendo questionado é a forma de emprego atual, onde trabalho é sinônimo de emprego. Não é do trabalho que as pessoas não gostam. Não gostam é do emprego, o que é uma coisa totalmente diferente.

Uma última coisa que vou falar, muito rapidamente, porque é assunto em que tenho grande interesse e vale a pena abordá-lo no final deste debate, é o problema da mulher, hoje. Eu não estou totalmente de acordo com a igualdade. Não estou falando ao nível do intelectual, discutir isso seria ridículo. Eu estou me referindo a uma diferença que acho fundamental agora e que neste momento está me preocupando. Por que o mundo está nesta situação assim aparentemente sem saída? Em grande parte porque eu acho que nós, seres humanos, nos convertemos em *droles*. Somos engenheiros no sentido ontológico. Não é que estamos engenheiros. Somos engenheiros e temos que opinar como engenheiros. E não nos metemos no resto das coisas. E nós, homens, temos uma certa capacidade de fazer isso. Eu acho que as mulheres muito menos. As mulheres têm uma visão do mundo muito mais ampla. Muito raramente a mulher reduz sua vida a isso. Menciono isso porque me parece muito importante, como uma dimensão que temos que incorporar à análise do mundo atual. A menos que tenhamos essa visão integrativa, a coisa não tem solução. E, isso, acho que é alguma coisa específica que as mulheres podem fazer, ajudar nesse sentido. Porque, por razões que não vale a pena discutir, as mulheres têm uma visão mais ampla nesse aspecto. Nunca reduzem tanto a coisa. Não é

um problema de inteligência. É um problema de visão do mundo, que é diferente. Paro por aqui.

Microeletrônica  
& Sociedade



## SESSÃO 1

### AMILCAR HERRERA

Geólogo, dirige o Departamento de Política Científica e Tecnológica da UNICAMP, É mundialmente conhecido por seus trabalhos, destacando-se o "Modelo Mundial Latino-Americano", que coordenou quando atuava na direção da Fundação Bariloche. Autor de vários livros, entre eles "Os Recursos Minerais" e "Os Limites do Crescimento Econômico".

### HINDEMBURGO PEREIRA DINIZ

Advogado, foi o idealizador, instituidor e primeiro presidente da Fundação João Pinheiro. Retornou à Casa, como presidente, em 1985, tendo permanecido no cargo até março de 87. Ex-presidente do Banco de Desenvolvimento do Estado de Minas Gerais, ocupou diversos cargos na alta administração estadual, sendo responsável pela criação de importantes instituições. Foi presidente da TRANSIT SEMICONDUTORES S/A. É autor dos livros: "Uma Sentença de Morte" e "A Monarquia Presidencial".

## IVAN MOURA CAMPOS

Engenheiro, com doutorado em Informática pela Universidade da Califórnia. É professor titular do Departamento de Ciência da Computação da UFMG. Atualmente é diretor da Fundação de Desenvolvimento e Pesquisa da UFMG (FUNDEP).

## MARILENA CHAVES

Economista, com mestrado no Instituto de Economia Industrial da UFRJ. É técnica da Fundação João Pinheiro desde 1975, onde realizou projetos ligados ao setor da industrialização, em nível estadual e federal. 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, robótica, telecomunicações e inteligência artificial.

### Microeletrônica e Sociedade

Impactos de tecnologias  
emergentes

