



PUBLICAÇÕES: ESTUDOS EM COMÉRCIO EXTERIOR

PARADIGMAS TECNOLÓGICOS

Curso de Pós-Graduação
Lato Sensu em Comércio Exterior
MBA/E ECEX-UFRJ

PARADIGMAS TECNOLÓGICOS

Paulo B. Tigre

*Doutor (PhD) em Política Científica e Tecnológica
pela University of Sussex – Inglaterra, Professor da
UFRJ*

1. CICLOS ECONÔMICOS E MUDANÇA TECNOLÓGICA

A ocorrência de ciclos de prosperidade e recessão mundial a cada 40 ou 50 anos tem excitado a curiosidade daqueles que lidam com a questão do desenvolvimento econômico. O descobrimento destas "ondas longas" é creditado ao economista russo Nicolai Kondratiev ⁽¹⁾ que, em 1926, publicou estudos econométricos sobre a evolução dos preços por atacado nos séculos XIX e XX mostrando flutuações que atingiram seus pontos máximos em 1870 e 1920 e mínimos em 1850 e 1895. Precocemente falecido na Sibéria, em plena era stalinista, Kondratiev não teve tempo de explorar as causas deste intrigante fenômeno.

Uma interpretação, recentemente popularizada, foi desenvolvida em 1939 pelo austríaco naturalizado americano Joseph Schumpeter ⁽²⁾ que relacionou os períodos de prosperidade à difusão de inovações-chave no sistema produtivo. O sucesso de empresários inovadores em capturar lucros monopolistas derivados do pioneirismo na introdução de novos produtos e processos é logo imitado por outros empreendedores. Ao reproduzir as inovações bem sucedidas, os empresários-imitadores geram uma onda de investimentos que ativa a economia, cria novos empregos, e gera prosperidade.

À medida que as inovações se difundem e seu consumo se generaliza, há uma tendência de redução das margens de lucro e geração de capacidade ociosa. Conseqüentemente, o investimento se retrai, as empresas reduzem custos, demitem mão de obra e a economia entra em recessão. A alternância entre recessão e prosperidade não depende apenas do surgimento de inovações, mas da criação de condições institucionais adequadas para sua difusão. Neste entremeio ocorre a chamada "destruição criadora" onde as velhas estruturas são sucateadas para permitir um novo ciclo de crescimento. Karl Marx

(1) Ver Tinbergen, J. "Kondratiev Cycles and So-Called Long Waves: The early research" in Freeman, C. (ed) Long Waves in the World Economy, Frances Pinter (Publishers), London, 1983.

já havia reconhecido este fenômeno ao descrever, no *Manifesto Comunista*, a economia capitalista como um "turbilhão de permanente desintegração e mudança, de luta e contradição" e cunhar, a esse respeito, a famosa frase "tudo que é sólido desmancha no ar".

Schumpeter, que respeitava e admirava a obra de Marx, associou os ciclos longos de crescimento às revoluções tecnológicas surgidas na era moderna. Na segunda metade do século XVIII, a economia mundial conheceria seu primeiro grande ciclo de crescimento, a partir da difusão do uso do carvão mineral na produção de ferro e de inovações na maquinaria têxtil, dando origem a revolução industrial.

O ciclo de investimentos se esgotou por volta de 1830, período conhecido como "hard times" na história européia. A recessão foi devida principalmente às limitações na escala de produção e transportes, e inflexibilidade na localização das manufaturas, nesta época ainda dependentes da energia hidráulica. Embora a energia a vapor já fosse utilizada desde 1712 quando Thomas Newcomen introduziu sua bomba d'água a vapor, a pouca resistência do ferro-gusa disponível para montagem de cilindros e pistões tornava a máquina pouco econômica, já que não podia trabalhar com alta pressão. Estima-se que apenas 1% do valor calorífero do carvão utilizado nas caldeiras era efetivamente convertido em força. O baixo rendimento da máquina de Newcomen viabilizava sua aplicação somente no bombeamento das águas que alagavam minas de carvão ⁽³⁾.

O uso do vapor foi aperfeiçoado pelo mecânico e inventor escocês James Watt que patenteou uma máquina menor e mais eficiente em 1769. Mas foi somente após a introdução de novos processos de fundição do ferro, no início do século XIX, é que a difusão da máquina a vapor se acelerou. Uma inovação puxa outra e a nova tecnologia metalúrgica permitiu o desenvolvimento de cilindros de alta pressão, pequenos o suficiente para caberem em cima de um vagão. Em 1825 George Stephenson inaugurou na Inglaterra sua histórica ferrovia, dando origem ao boom ferroviário dos anos 30 e 40. As oportunidades de investimento geraram um novo ciclo de crescimento conhecido como "prosperidade vitoriana" e caracterizado por uma revolução nos transportes ferroviários e marítimos. O Brasil entrou na era ferroviária quase trinta anos depois, quando o Barão de Mauá construiu a ferrovia Mauá-Raiz da Serra de Petrópolis em 1854. A partir de então, o desenvolvimento da malha ferroviária foi fundamental para viabilizar a expansão da lavoura cafeeira no Vale do Paraíba e interior paulista.

Na área da manufatura, a difusão de teares a vapor permitiu um enorme salto na produtividade do trabalho em relação aos teares manuais. Este fato permitiu a redução de preços e, conseqüentemente, o crescimento na popularidade dos tecidos de algodão. Numa demonstração do imperialismo industrial que iria caracterizar as relações Norte-Sul no século seguinte, os ingleses, após promoverem a duplicação da produção de algodão na Índia no início do século XIX, deliberadamente destruíram a próspera e

(2) Ciclos Econômicos foi publicado em 1939. No Brasil a obra de Schumpeter foi publicada na série "Os Economistas" da Editora Abril.

competitiva indústria têxtil de Bengala, tornando o país um mero exportador de matéria prima e mercado cativo para tecidos fabricados na Inglaterra. O Brasil conheceria ação semelhante algumas décadas depois quando a empresa Machine Cotton forçou a compra e o fechamento da Fábrica de Linhas para Cozer que Delmiro Gouveia havia instalado nas margens do Rio São Francisco. Em episódio até hoje não esclarecido, o pioneiro industrial foi assassinado, as máquinas jogadas na Cachoeira de Paulo Afonso e o Brasil voltou a condição de importador de linhas de cozer.

O chamado "segundo Kondratiev" esgotou seu dinamismo antes do fim do século passado, quando o mundo experimentou um novo ciclo recessivo. Esgotado o dinamismo tecnológico da energia a vapor e o potencial de novas aplicações do ferro de baixa qualidade até então produzido, a economia aguardava a viabilização comercial das recentes inovações radicais que surgiam principalmente nos Estados Unidos, país que começava a superar a Inglaterra na liderança tecnológica. A principal inovação do terceiro ciclo longo que se iniciava era a eletricidade.

As primeiras descobertas no campo da eletricidade e do magnetismo datavam do início do século XIX, através das contribuições de Volta (pilha voltáica), Ampère e Joseph Henry que descobriu que a corrente elétrica é induzida por mudanças no campo magnético. As oportunidades abertas por tais descobertas estimularam pesquisas científicas em todo mundo. As aplicações práticas do eletromagnetismo começaram a aparecer nos anos 40 com o telégrafo elétrico, seguida do dínamo nos anos 60, do motor elétrico de corrente direta nos anos 70 e finalmente da lâmpada incandescente nos anos 80. A invenção de Thomas Edson não se limitava a lâmpada, mas todo um sistema de iluminação surgiu de sua "Fábrica de Invenções", considerada o primeiro laboratório profissional de pesquisa e desenvolvimento com fins comerciais do mundo.

As inovações no campo da eletricidade geraram novas empresas que se tornaram "paradigmas" no século seguinte. Até hoje grandes empresas multinacionais do setor criadas por cientistas-empresários como Graham Bell, Elihu Thompson e George Westinghouse mantem o nome de seus fundadores. Apesar de representar uma "revolução tecnológica", a eletricidade demorou várias décadas para produzir impactos econômicos gran pois sua viabilização dependia de outros fatores técnico-econômicos. No plano técnico, a energia elétrica necessitava de inovações secundárias nas áreas de geração e transmissão de energia, além de novas aplicações domésticas e industriais. Do ponto de vista econômico dependia da redução de custos e de investimentos no desenvolvimento de uma infra-estrutura adequada à sua difusão.

Em 1895 foram desenvolvidos o primeiros sistemas práticos de distribuição de energia a longa distância. Neste mesmo ano Niagara Falls era represada para produzir energia elétrica. Por volta de 1910 as principais cidades européias e norte americanas estavam eletrificadas.

(3) Ver Ayres, R. The Next Industrial Revolution, Ballinger, Cambridge, Massachusetts, 1984.

A distribuição de energia elétrica abriu mercado não apenas para os fabricantes de equipamentos elétricos como também para eletrodomésticos como máquinas de costura (Singer), aspiradores de pó (Hoover) e ferro elétrico. A partir dos anos 20 foram introduzidas geladeiras, aquecedores elétricos e outros aparelhos inovadores que geravam conforto e promoviam um boom de consumo. Muitas empresas surgiram neste período, gerando empregos e promovendo crescimento, sobretudo nos Estados Unidos, que se converteu a partir de então na maior potência econômica mundial.

No campo dos materiais, o desenvolvimento do aço, permitiu um extraordinário incremento nas aplicações do metal, antes limitadas pela baixa resistência do ferro. Por volta de 1860 Henry Bessemer desenvolveu na Inglaterra um novo processo de fabricação que permitia a retirada rápida de carbono e outras impurezas do ferro-gusa derretido, através da injeção de ar nos fornos. Em 1867 foram produzidas 2,5 mil toneladas de trilhos de aço nos Estados Unidos pelo processo Bessemer. Estimulado pelo sucesso comercial (o uso do aço triplicava a duração da malha ferroviária), o processo sofreu melhoramentos contínuos que permitiram aumento de escala e redução dos custos de US\$ 170 para apenas US\$ 15 por tonelada em 1898. Neste ano a produção de aço nos Estados Unidos alcançou 10 milhões de toneladas, multiplicando aplicações e criando oportunidades de inovações em inúmeros campos da atividade econômica.

No Brasil a difusão da energia elétrica ocorreu relativamente cedo, graças a iniciativa pioneira do engenheiro Theodomiro Santiago de fundar, em 1913, o Instituto Eletrotécnico de Itajubá. Para criar uma escola privada de alta tecnologia na pequena cidade do sul de Minas, Santiago trouxe da Bélgica quatro professores, que formaram a base da capacitação em uma área chave da economia brasileira. O Brasil é hoje um dos países que mais utilizam energia hidroelétrica no mundo e seu "know-how" na área vem sendo inclusive exportado. O Instituto de Eletrotécnica foi federalizada em 1957 dando origem a atual Escola Federal de Engenharia de Itajubá.

Quanto a produção de aço, o país teve que esperar até 1942 para ter sua primeira siderúrgica de porte - a Companhia Siderúrgica Nacional. Para obter a tecnologia necessária, o Presidente Getúlio Vargas adotou uma ousada estratégia política que incluiu ameaças aos Estados Unidos, que relutava apoiar o empreendimento, de aproximação com a Alemanha. O estado de guerra acabou por induzir o apoio técnico e financeiro americano ao projeto considerado um dos principais marcos da industrialização brasileira.

O "crack" da bolsa de Nova York em 1929 interrompeu o ciclo de crescimento da economia mundial iniciado no final do século anterior. As inovações que permitiram a prosperidade da "belle époque" perdiam dinamismo face ao caráter eminentemente artesanal. Os bens de consumo duráveis, inclusive automóveis eram fabricados em pequenos lotes e a intensa concorrência reduzia as possibilidades de acumulação de capital. Somente nos Estados Unidos haviam cerca de 100 fabricantes de automóveis, vendidos a preços elevados a uma pequena elite.

O novo surto de prosperidade se iniciou antes da segunda guerra mundial e foi interrompido somente na década de 70 com a crise do petróleo. O novo paradigma se baseava no desenvolvimento do sistema de produção em massa de uma grande variedade de produtos incluindo automóveis, bens de consumo duráveis e materiais sintéticos como o plástico e a borracha. O modelo de crescimento enfatizava o uso intensivo de energia e matérias primas, fato que deu origem ao desenvolvimento da mineração, exploração do petróleo e da construção de grandes plantas de processo contínuo (petroquímicas, siderúrgicas, celulose). A grande escala das operações deu origem as gigantescas corporações do petróleo e da indústria automobilística que até hoje constituem as maiores empresas do planeta.

As origens do novo sistema de produção em massa podem ser encontradas já no final do século XVIII na obra de Adam Smith, através de suas observações sobre a divisão do trabalho em uma fábrica de alfinetes. Smith verificou que a produtividade poderia ser maximizada através da subdivisão de uma tarefa em diferentes etapas. Isso permitiria especializar trabalhadores e máquinas em tarefas específicas, tornando-os mais eficazes. Tal princípio foi explorado posteriormente por teóricos industriais como Charles Babbage, que entendia a fábrica como uma máquina complexa. Mas foi Frederick Taylor, através de seu *Princípios de Administração Científica*, publicado em 1911, que popularizou as vantagens da separação do trabalho manual e intelectual, propondo que "todo o raciocínio deve ser retirado do chão de fábrica e centrado em departamentos de planejamento e controle da produção", dotados de técnicos capacitados em "lay-out" e estudo de tempos e movimentos.

As idéias de Taylor foram desenvolvidas e aplicadas em diferentes indústrias ao longo das décadas seguintes. Mas ninguém simbolizou mais o sucesso do sistema do que Henry Ford, considerado o pai da linha de montagem. O paradigma Taylorista/Fordista preconizava a padronização de produtos e componentes visando promover ao máximo as economias de escala e, com isso, baixar custos e ampliar o mercado. "Você pode ter qualquer modelo de carro desde que seja o T, em qualquer cor desde que seja preta" brincava Ford ao propagandizar o modelo de produção em massa. O modelo T foi líder de mercado durante 15 anos, até que a General Motors resolveu inovar, oferecendo opções de cores e modelos.

O pós-guerra constitui um período de crescimento sem precedentes na história, caracterizado pelo pleno emprego, pela aplicação sistemática da organização científica do trabalho e pela intensificação do uso de recursos naturais. Mas antes mesmo que a crise do petróleo de 1973 mostrasse os limites deste modelo de crescimento, surgem reações sociais contra seu caráter predatório, tanto da natureza, pela exploração intensa de recursos naturais não renováveis e crescente poluição do ar, água e solo, quanto do homem, reduzido pela excessiva especialização, a uma mera peça de engrenagem, fato magistralmente caricaturado por Chaplin em "Tempos Modernos". O movimento hippie nos anos 60, seguido do movimento ecológico, protagoniza o inconformismo da nova geração diante de uma sociedade excessivamente consumista e racionalista.

O declínio econômico dos anos 70 coloca em cheque as formas tradicionais de promoção do desenvolvimento. O Brasil, país rico em recursos naturais que acabava de ingressar na era industrial, está entre os mais duramente afetados. O novo paradigma que se avizinha é intensivo em conhecimento e poupador de matérias primas e energia. Era necessário mudar o modelo de crescimento e encontrar inovações que permitissem novas oportunidade de lucro e crescimento.

Apesar do ceticismo em relação à existência de ciclos, manifestada por influentes economistas contemporâneos como Paul Samuelson e Wassily Leontiev, a importância da tecnologia para o desenvolvimento ficou evidenciada nos anos 80, a partir dos estudos de Chris Freeman ⁽⁴⁾ e Richard Nelson ⁽⁵⁾. A nova corrente do pensamento econômico que ficou conhecida como "neo-schumpeteriana" se contrapõe, em muitos aspectos, ao sistema keynesiano que vinha dominando a política econômica a cerca de cinquenta anos (coincidentemente um ciclo completo de Kondratiev). Keynes atribuía o crescimento econômico à expansão da demanda e contribuiu decisivamente para o fim da crise de 1929 ao recomendar o aumento dos gastos públicos, mesmo que fossem para "abrir e fechar buracos". O que importava era quebrar o ciclo recessivo e o Estado, com sua grande capacidade de endividamento, era o agente-chave para a retomada do crescimento.

O remédio keynesiano, no entanto, não se mostrou eficaz nos anos 80, pois a natureza da crise estava justamente no esgotamento do modelo de produção em massa apoiado no uso intensivo de energia e matérias primas. Um novo paradigma técnico-econômico entrava em cena, envolvendo não apenas novas tecnologias e práticas produtivas mas também novo arcabouço institucional, regulatório e até mesmo novas teorias econômicas.

2. O PARADIGMA MICROELETRÔNICO

A confirmação da microeletrônica como base de um novo paradigma técnico e econômico encontra vasta comprovação na literatura econômica recente. Chris Freeman e Carlota Perez ⁽⁶⁾, entre outros, apontam várias evidências em favor da hipótese de que tais inovações tem alcance amplo o suficiente para promover mudanças radicais que afetam toda a economia, envolvendo mudanças técnicas e organizacionais, mudando produtos e processos, criando novas indústrias e estabelecendo o regime dominante por várias décadas. As principais evidências são:

⁽⁴⁾ Freeman, C. (ed) Long Waves in the World Economy, Frances Pinter (Publishers), London, 1983.

⁽⁵⁾ Ver Nelson, R and Winter, S. "In search of useful theory of innovation", Research Policy, January 1977.

⁽⁶⁾ Perez, Carlota (1991) National Systems of Innovation, Competitiveness and Technology. mimeo, Campinas

- *Custos baixos e com tendências declinantes.* Somente grandes reduções de custos podem provocar mudanças no comportamento de engenheiros e administradores em relação ao investimento e práticas produtivas. O preço dos computadores, relativamente a sua performance, vem caindo sistematicamente à taxa de 25% ao ano nos últimos 30 anos. Em termos relativos, tal redução de custos não tem precedente entre os insumos-chave dos ciclos anteriores. No início da revolução industrial as inovações introduzidas no setor têxtil, aliada ao aumento das escalas de produção, permitiram uma redução de custos dos tecidos da ordem de 3,1% ao ano. A informática apresenta uma redução anual de quase uma grandeza maior, e por um período superior. As reduções nos preços do aço, introduzido na segunda metade do século XIX, também tiveram uma menor duração. A redução dos preços dos insumos microeletrônicos tem permitido a redução de custos, além de redução de tamanho e melhoria de performance, de todos os produtos do complexo eletrônico.

- *Oferta aparentemente ilimitada,* apesar de demanda crescente. Para constituir um "fator-chave" de um novo paradigma, não devem existir limitações em sua oferta no longo prazo. Ao contrário do petróleo, cujas reservas são limitadas e não-renováveis, a microeletrônica não enfrenta limites físicos de oferta. Sua principal matéria prima, o silício, é muito abundante na natureza, além de ser utilizado em quantidade insignificante. Na verdade, o insumo crítico da microeletrônica é a inteligência humana, cuja oferta, pelo menos aparente, é ilimitada.

- *Potencial de difusão pervasivo a toda sociedade.* A microeletrônica tem aplicação potencial em praticamente todas as atividades econômicas, seja em produtos ou serviços. Rompendo as aplicações típicas no próprio setor eletrônico (informática, comunicações, automação industrial, comercial e financeira, instrumentação e eletrônica de consumo), a microeletrônica vem sendo crescentemente empregada em bens de consumo duráveis como automóveis, eletrodomésticos e brinquedos. Os computadores e equipamentos de telecomunicações constituem bens de capital de uso quase obrigatório em qualquer atividade profissional. Em 1947, ao concluir o protótipo do ENIAC, considerado o primeiro computador eletrônico, os cientistas da Universidade da Pensilvânia estimavam que o novo produto teria um mercado promissor após novos aperfeiçoamentos: cerca de 200 máquinas em todo o mundo. Seria inimaginável naquela época prever que, em menos de 40 anos, este seria o número de equipamentos instalados em um simples departamento da mesma universidade.

Um novo fator desta magnitude tem impactos significativos não só na economia mas também em toda sociedade. Nos anos 70 os sociólogos Daniel Bell e Marc Porat, aderiram a hipótese levantada por

Machlup em 1962⁽⁷⁾, de que a difusão das inovações nos campos das comunicações e informática no setor terciário nos levaria a um estágio pós-industrial ou "economia da informação". A automação da manufatura, associada a intensificação do papel da informação dentro das organizações a nível global, converteria as economias avançadas em uma sociedade de burocratas, gestores, técnicos e pesquisadores que conduziriam atividades típicas de informação: educação, pesquisa e desenvolvimento, serviços de consultoria e informações, comunicações, burocracia pública e privada, serviços financeiros, etc.

Não existe confirmação empírica de transformação de sociedades industrializadas em pós-industriais, até mesmo porque a indústria continua a representar o carro-chefe da economia mundial. No entanto, a microeletrônica modificou radicalmente as práticas produtivas, substituiu mão-de-obra por equipamentos automatizados como robôs e controles numéricos, aumentou o conteúdo tecnológico dos produtos e introduziu uma nova trajetória inovadora. Neste sentido, existe uma continuidade histórica com as revoluções industriais anteriores no sentido de substituir trabalho por capital. A grande novidade é que a tecnologia passou a ser incorporada também pelo setor terciário, pouco afetado pelas revoluções industriais anteriores. A formação do *capital intelectual* passa a ser crítica para a competitividade, dada a necessidade de inovar e incorporar os novos bens de capital aos serviços e processos produtivos.

Em termos econômicos, a revolução microeletrônica traz de volta o fantasma da "destruição criadora" de Schumpeter. Desde que foi esgotado o modelo do petróleo e energia barata, o mundo passa por um processo de crise estrutural, do qual só escapa poucos países como Japão que estão na vanguarda do processo de difusão das novas tecnologia e por isso se beneficiam de uma situação competitiva privilegiada.

A nova trajetória de crescimento é intensiva em conhecimento e requer o desenvolvimento de uma infra-estrutura de natureza diferente da anterior. Enquanto que a difusão do paradigma Taylorista/Fordista requeria a construção de estradas, pontes e postos de gasolina, gerando empregos diretos e produzindo efeito multiplicador em uma ampla cadeia produtiva, o paradigma microeletrônico tem impactos mais limitados sobre o fornecimento de insumos. O desenvolvimento da infra-estrutura de telecomunicações, considerada crítica para a difusão do novo paradigma, envolve a instalação de redes de fibras óticas, satélites espaciais, redes de comunicação de dados e de valor agregado onde não é relevante a quantidade de materiais, mas sim de tecnologia. A geração de empregos é mínima e restrita a profissionais altamente qualificados. Em consequência, grande parte do mundo desenvolvido passa por um processo de desemprego estrutural. Na Europa, estima-se que até o final do século haverá 30 milhões de desempregados, número superior ao encontrado na grande recessão de 1929.

O novo paradigma se difunde assimetricamente, trazendo distorções ainda maiores nos padrões mundiais de distribuição de riquezas. Os países mais beneficiados são aqueles com melhores condições

⁽⁷⁾ Ver Minián, I. (1988) El Cambio Estructural y Producción de Ventajas Comparativas. Libros del CIDE, México.

infra-estruturais para incorporar novas tecnologias e aumentar a produtividade e desenvolver novos produtos e serviços. Isso inclui o sistema educacional, tanto básico quanto superior, laboratórios e centros de pesquisa, redes eficientes de telecomunicações de dados, som e imagens e a capacidade de absorver novas formas de organização da produção.

O papel dos recursos humanos é obvio em um paradigma intensivo em informações. Os países líderes já universalizaram o segundo grau para toda a população e chegam a manter um-terço da população na faixa etária correspondente na universidade. No Brasil, em contraste, somente 11% da população consegue concluir o segundo grau, educação considerada essencial para operar com eficiência os novos equipamentos automatizados. Para a difusão do novo paradigma não basta uma elite de técnicos e executivos como ocorria no fordismo. Pelo contrário, as novas práticas produtivas tem enfatizado a maior participação dos trabalhadores na tomada de decisões e no controle da qualidade. A separação entre o trabalho manual e o intelectual vem sendo sistematicamente superada por formas mais cooperativas, flexíveis e participativas de produção introduzidas principalmente no Japão, convertida em nação-líder do novo paradigma. A formação profissional deve fornecer habilidades conceituais, lógicas e instrumentais que conduzam ao aprendizado contínuo. O trabalhador do novo paradigma precisa "aprender a aprender", pois o ritmo de avanço tecnológico tem sido tão intenso que acaba por tornar obsoleto o adiestramento em técnicas específicas.

A nova infra-estrutura de telecomunicações já chega a representar 11% da Formação Bruta de Capital Fixo em países como a Alemanha. Isso significa que o investimento produtivo está se encaminhando cada vez mais para ativos intangíveis como software. Investimentos em comunicações podem, em breve, superar investimentos nos setores de transportes e energia. A disponibilidade de redes de comunicação de dados é considerada fundamental para o monitoramento eficiente de fornecedores, canais de distribuição e transporte. Formas mais cooperativas de trabalho entre diferentes agentes econômicos podem ser ampliadas por um universo mais amplo sem necessidade de proximidade geográfica.

Para muitas indústrias e países, o resultado da introdução do novo paradigma é o caos em seus mercados. Produtores de matérias primas e insumos básicos vem se defrontando com estagnação na demanda e queda sistemática de preços. O auge econômico do novo paradigma não se produz nos primeiros anos, podendo levar décadas para se ajustar e difundir. Sua assimilação depende de mudanças sócio-institucionais, técnicas, políticas e culturais que não se produzem de uma hora para outra.

A difusão do paradigma microeletrônico, a exemplo dos paradigmas anteriores, dependem de fatores técnicos, institucionais, infra-estruturais e culturais. O uso da nova tecnologia não se dá automaticamente, mesmo na esfera da produção onde o comportamento costuma ser mais "racional" em termos da avaliação dos benefícios potenciais de utilização. A falta de intimidade com novos aparelhos e a quebra de conceitos, hábitos, e da própria forma de raciocinar retardam sua difusão mais ampla fora da

esfera dos especialistas. Os computadores são produtos complexos e só recentemente introduziram formas mais amigáveis de relacionamento com seus usuários. Por isso a interação homem-máquina constitui uma das áreas consideradas mais críticas para a difusão da informática, merecendo investimentos substanciais em pesquisa e desenvolvimento, tanto públicos quanto privados. A chamada "quinta geração" de computadores é um exemplo das investigações em curso que visam ensinar o computador a "pensar", imitando o ser humano em sua forma de raciocinar, podendo assim compreendê-lo melhor.

A televisão, inventada nos anos 40, somente nos anos 80 alcança difusão universal graças ao desenvolvimento de tecnologias complementares como satélites, antenas parabólicas e fibras óticas. Culturalmente, várias décadas foram necessárias para ajustar a linguagem televisiva aos gostos e expectativas dos telespectadores. No Brasil, apesar do clima predominantemente tropical, existem hoje mais domicílios com televisão do que com geladeira. A economia capitalista seleciona, através de mecanismos de mercado, as áreas prioritárias para o desenvolvimento de produtos e processos. A indústria eletrônica, é o segmento industrial de maior crescimento nas últimas décadas e já supera a indústria automobilística em volume de vendas.

No entanto, a difusão de equipamentos mais complexos geralmente requer mais tempo do que supõem aqueles que se arriscam a fazer previsões tecnológicas. Em 1883 o escritor francês A. Robida publicou "La Vie Electrique", um romance futurista onde são descritas e ilustradas invenções, que a exemplo de Júlio Verne são proféticas. Dentre as inovações previstas para o século XX aparece um "telefonoscópio" aparelho de comunicação interativa de som e imagem. Através do "tele" seria possível, já em 1930, assistir aulas, promover videoconferencias e fazer compras de forma remota. Mais de um século foi necessário para que a invenção preconizada pelo visionário Robida surgisse no mercado. Ainda assim, trata-se ainda de uma curiosidade e a efetiva difusão da televisão interativa dependerá de condições econômicas, culturais e do aperfeiçoamento de soluções técnicas e de infra-estrutura, que talvez levem várias décadas para se efetivar.

No Brasil, os primeiros computadores UNIVAC foram introduzidos no IBGE em 1960 para processamento do censo. A informática no país mereceu atenção especial, graças a atuação de uma elite técnica oriunda do Instituto Tecnológico da Aeronáutica, e acabou sendo objeto de uma política industrial inovadora, onde foi priorizado o desenvolvimento da empresa e da tecnologia nacional. Os resultados desta política, extinta no início dos anos 90, são controvertidos. A internalização do projeto e fabricação de computadores e periféricos pode, em alguns casos, ter representado um ônus para usuários. Mas contribuiu para a difusão da informática no setor produtivo em um período em que a escassez de divisas para importação era uma restrição crítica para a informatização do país. Além disso, o desenvolvimento de capacitação local permitiu uma melhor adaptação da tecnologia às necessidades e idiossincrasias locais. O Brasil, campeão mundial em termos de inflação, conta com sistemas de automação bancária dos mais sofisticados do mundo, desenvolvido com tecnologia local.

Controvérsias a parte, não podemos nos furtar a comparar os esforços do Brasil em entrar na produção do insumo-chave do novo paradigma às históricas tentativas de Mauá, Delmiro Gouveia, Theodomiro Santiago e Getúlio Vargas de lançarem no país as bases dos paradigmas anteriores. As pressões dos Estados Unidos contra a Política Nacional de Informática constituíram o aspecto mais crítico das relações bilaterais com o Brasil ao longo de toda década de 80. O Brasil acabou por abrir seu mercado de informática às importações, mas o esforço dos pioneiros, apesar dos desacertos, será lembrado no futuro como um movimento para colocar o país na rota da modernidade.

O novo paradigma, apesar de seu potencial destrutivo, apresenta enormes possibilidades para o desenvolvimento econômico e social. A capacidade de controlar seus efeitos mais nefastos e direcionar seu potencial para aplicações que contribuam para o bem estar social constitui um dos principais desafios para os administradores da nossa época. Como diz Berman ⁽⁸⁾, "para ser inteiramente moderno é preciso ser antimoderno: desde os tempos de Marx e Dostoiévski até nosso próprio tempo, tem sido impossível agarrar e envolver as potencialidades do mundo moderno sem a abominação e luta contra algumas de suas realidades mais palpáveis".

A informatização é um caminho sem volta e a superação da crise depende da criação de condições favoráveis para sua difusão. Mas é importante que seus efeitos nefastos sobre o emprego e preservação de valores culturais seja compensada pela sua aplicação em áreas sociais como saúde e educação. No Brasil a informática já provou ser um instrumento poderoso para o sistema econômico. Falta demonstrar sua capacidade de contribuir para combater nossos enormes problemas sociais.

3. BIBLIOGRAFIA

ABRANCHES, S.H.H. (1994) Mudança e Impasse: cenários e saída in Estabilidade e Crescimento: Os desafios do Real, coord. João P. dos Reis Velloso. Ed. José Olympio.

ARAÚJO Jr., J.T. (1989); Proteção, competitividade e desempenho exportador da economia brasileira nos anos 80, IE-UFRJ, mimeo.

_____ (1982), Progresso Técnico e Formas de Concorrência: um estudo de caso sobre a indústria de vidro; Tese de doutoramento, Universidade de Londres, mimeo.

BRAGA, H., et alii. (1990) As Importações e o Esforço Tecnológico: uma análise de seus determinantes em empresas brasileiras, Revista Brasileira de Economia, vol 44, no 2, Rj.

_____ & Branco, R. & Malan, P. (1985) Balança Comercial, Preços Relativos e a Relação Câmbio Salários no Brasil; PPE, 15 (1)

CARVALHO, F.& GUIMARÃES, E.P. (1986):Estratégia, Tecnologia e Desempenho Exportador in Gerência de Exportação no Brasil, org: Rocha, A. da;. Ed. Atlas

⁽⁸⁾ Berman, M. Tudo que é sólido desmancha no ar. Companhia das Letras, 1988.

- CARVALHO, J.L. de,. (1985) *Liberación de las restricciones cambiales en Brasil*, Comercio Exterior, vol.35, nº 12. Dec., México.
- CASTRO, A. B. de & SOUZA, F.E de (1991) *A Economia Brasileira em Marcha Forçada*, Ed. Campus.
- CORIAT, B. (1989) Automação Programável: novas formas e conceitos de organização da produção in Automação, Competitividade e Trabalho: a experiencia internacional. org. Schmitz, H. & Carvalho, Ec. HUCTEC, SP.
- COUTINHO, L. & Ferraz, J.C.(1994) Estudo da Competitividade da Industria Brasileira, Ed. UMICAMP, SP.
- Diretrizes Básicas da Ação Governamental (1991)
- ERBER, Fabio & Vermuln (1993); Mudanças Estruturais e Política Industrial, Relatório Interno , nº 05/92, IPEA, RJ.
- FAJNZYLBBER, F. (1991). *Insercion Internacional e Inovación Instituconal*, Revista de la CEPAL, nº 44, ago,
- GONÇALVES, R. (1995); Globalização Financeira, Liberalização Cambial e Vulnerabilidade Externa in O Brasil e a Economia Global, org: Renato Baumann, Ed. Campus.
- GUIMARÃES, E.P. & Valls, L. (1994); O Impacto do NAFTA sobre as relações do Brasil com a América Setentrional: o caso dos produtos agrícolas, série Estudos de Política Agrícola, n. 13, IPEA/INPES, R.J.
- _____ & Margarida Gutierrez(1991) Uma Retrospectiva da Política de Comércio Exterior no Brasil, Textos Debates n. 24, FEA/UFRJ.
- HAUGUENAUER, L. (1989) Competitividade, Conceitos e Medidas: uma resenha da bibliografia recente com ênfase no caso brasileiro, TPD no 208, IEI/UFRJ, RJ. Hicks (1932).
- HOLLANDER, S.(1960).. *The Sources of Efficiency Growth*, Cambridge, Mass, MIT Press.
- Instituto de Economia Industrial/UFRJ Boletim de Conjuntura., vários números.
- KATZ, J. (1976), Importacion de Tecnologia, Aprendizaje e Industrializacion Dependiente, Fundo de Cultura Economica , México.
- KRUGMAM, P.; (1988). *Strategic Trade Policy and New International Economics*, MIT Press, England.
- ONG, C. & PEARSON, A. (1982) *The Impact of Technical Characteristics on Export Activity: a study of Small and Medium Size UK Eletronics Firms*. R & D Management, vol 12, no 4, out.
- PINTO, A (1980); *Apertura al Exterior de America latina*, Revista de La CEPAL,
- PORTER, M. (1993) As Vantagens Competitivas das Nações, Ed. Campos, RJ
- PRESSER, M. (1993); Câmbio, Custos e Competitividade: política cambial, mineo.
- ROSALES, Oswaldo (1990)., *Competitividad, productividad e inserción externa de América Latina*, Comercio Exterior, vol 40, no 8, México, ago,
- SABÓIA, J. (1992) ; Política Salarial no Brasil: O duplo movimento de aumento do controle pelo governo e sua reversão a partir dos anos 80 in Política Salarial e Representação Política: A Centralização da Negociação Agenda de Políticas Públicas no 1, IUPERJ
- SARTI, F. et alli. (1992) .Características e Evolução Recente das Economias dos Países do Mercosul: elementos para a integração UNICAMP, Campinas, abril.
- SILVA, A.S.S. (1994); Impacto do Mercosul e dos Blocos Econômicos sobre a Economia Brasileira: os “Novos Temas” in MERCOSUL: informações selecionadas, Banco Central do Brasil.

SOUZA, F.P. (1993); A Reforma do Sistema Cambial Brasileiro, BNDES, mineo.

TAVARES, M. C (1990). Reestructuracion Industrial y Políticas de Ajuste Macroeconomico em los Centos- La Moernizacion Conservadora; mimeo, IEI/UFRJ.

VALLS, L (1993); O Projeto MERCOSUL: uma resposta aos desafios do novo quadro Mundial in Mercosul Integração na America Latina e Relações com a Comunidade Européia, Ed. CAJA,



Instituto de Economia da UFRJ

Campus da UFRJ da Praia Vermelha.
Av. Pasteur 250. Prédio de Economia
Tel.: (21) 3938-5255 | (21) 99451-3890
<http://www.ecex.ie.ufrj.br> | ecex@ie.ufrj.br