

BIOTECNOLOGIA E TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL: ORIGEM, DINÂMICA E PERSPECTIVA PARA PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

Carlos Alberto Gaspari¹

Resumo

Esta em curso um processo de reestruturação produtiva - muitas vezes chamada de “terceira revolução industrial”, que pode ter profundo alcance na divisão internacional e técnica do trabalho, na redistribuição da produção entre diferentes unidades produtivas, e nas próprias formas de execução efetiva da atividade de trabalho. Não obstante, áreas como: tecnologia da informação, microeletrônica, novos materiais e biotecnologia avançada engendram constituir as mais recente revolução técnica a partir da qual se vem produzindo inovações tecnológicas, definidas pela introdução de novos padrões de geração, uso e difusão de formas de produzir e comercializar bens e serviços. Dessa forma, o problema a ser abordado no trabalho é a questão de como se insere a agricultura e os países em desenvolvimento neste contexto do novo paradigma, notadamente a biotecnologia avançada.

Palavras-chaves: revolução industrial, biotecnologia, novo paradigma, agricultura

Abstrat:

There is in course a productive restructuring process - called of “third industrial revolution”, that can have deep reach in the international and technical division of the labor, in the redistribution of the production among differents unit productives, and in the own execution forms of labor activity. Thus, areas as: information technology, microeletronics, new materials and advanced biotechnology engender to constitute the most recent technical revolution starting from which it’s producing technological innovations, defined for the introduction of new generation patterns, use and diffusion in ways of to produce and to market goods and services. So, the problem to consider in the labor is the question of how it inseres the agriculture and the countries through development in the new paradigm context, especially the advanced biotechnology.

Key words: industrial revolution, biotechnology, new paradigm, agriculture

¹ Mestre em Teoria Econômica pela Universidade Estadual de Maringá – UEM-PR e professor do curso de Bacharelado em Administração de Empresas do Centro Universitário Anchieta. (

Introdução

Esta em curso um processo de reestruturação produtiva - muitas vezes chamada de “terceira revolução industrial”, que pode ter profundo alcance na divisão internacional do trabalho, na divisão técnica do trabalho, na redistribuição da produção entre diferentes unidade produtivas, e nas próprias formas de execução efetiva da atividade de trabalho.

Tais inovações derivam de um contexto social político e econômico marcado pelas crises financeiras, de mercado e social que emergem nos anos 60/70, e que colocam para as empresas novas necessidades de integração (para dar saltos de produtividade) e de flexibilidade (fazer frente a um ambiente- especialmente a um mercado – pouco previsível e com alta instabilidade). Surge daí o novo paradigma da empresa integrada e flexível, contrapondo-se àquele da empresa “taylorista – fordista”.

Não obstante, áreas como: tecnologia da informação, microeletrônica, novos materiais e biotecnologia avançada engendram constituir as mais recentes revolução técnica a partir da qual se vem produzindo inovações tecnológicas, definidas pela introdução de novos padrões de geração, uso e difusão de formas de produzir e comercializar bens e serviços.

Dessa forma, o problema a ser abordado no trabalho é a questão de como se insere a agricultura neste contexto do novo paradigma notadamente, a biotecnologia avançada, cujo setor é muito importante para os países em desenvolvimento e que esta onda tecnológica poderia determinar uma nova divisão de forças entre países.

1. Mudanças tecnológicas: enfoque e justificativa analítica

Na literatura econômica, diversificados trabalhos têm sido divulgados com a finalidade de questionar posicionamentos conceituais e metodológicos para análise, compreensão e explicação dos sistemas econômicos.

Geralmente, as críticas concentram-se em atacar as teorias dominantes, procurando identificar seus principais problemas e inconsistências que permitam reduzir sua importância, sua validade ou seu poder empírico explanatório. Em resposta, contra-

argumentação pode ser apresentada, acabando por radicalizar antagonismos ou incorporar críticas, na medida em que contribuam para ampliar o seu escopo e a sua abrangência.

As implicações e o impacto do avanço tecnológico da biotecnologia avançada na dinâmica capitalista é um assunto recente na literatura econômica, assim, o arcabouço epistemológico estará embasado em autores que seguem os referenciais teóricos: **evolucionista** e **regulacionista**. Justificando tal escolha pela abrangência em relação a mudanças estruturais e dinâmica de longo prazo das economias capitalistas desenvolvidas.

As teoria de progresso técnico, mais precisamente a teoria evolucionista, contribuem para que se entenda o desenvolvimento tecnológico. Os seus principais autores analisam as mudanças técnico-econômico-sociais através de produtos e processos. Estudos sobre as novas formas de organização da produção, ao nível da empresa, da indústria e da economia, permitem melhor conhecer a estrutura, o funcionamento e a emergência dos novos modelos produtivos.

As teorias regulacionistas cujo desenvolvimento teórico foram desenvolvidos na França, procuram estudar a emergência dos modelos, com base nas estratégias das firmas multinacionais das indústrias das indústrias automobilísticas e de alimentos.

Como salientado por VEIGA (2000, p. 141) as obras de Schumpeter (evolucionismo) e Marx (regulacionismo) continuam ligadas dado a importância que ambos atribuem à história em suas respectivas metodologias.

Desse modo, o autor destaca que seria errado afirmar que o paralelismo metodológico existente entre Marx e Schumpeter não ocorresse entre os projetos evolucionista e regulacionista só porque o primeiro esteve mais voltado para a formalização microeconômica.

Assim, o que mais distingue os evolucionistas e regulacionistas são suas respectivas ênfases nas inovações e nas instituições. Para os primeiros, os períodos de expansão estão ligados à introdução e à difusão de importantes **invenções**, enquanto as depressões são períodos de transição entre dois regimes tecnológicos. Para os últimos, a taxa de acumulação não é essencialmente determinada pelo progresso tecnológico, mas depende crucialmente das **instituições** que permitem o exercício do poder capitalista.

O ponto de convergência entre as duas correntes seria a idéia desenvolvida por PÉREZ (2001) de “paradigma técnico-econômico”, onde explicações razoáveis podem ser formuladas para a concentração temporal de grandes inovações, as expectativas de rentabilidade e sua difusão na forma de um exame de produtos e processos.

PAULA *et al.* (2001) também salienta a conexão entre a teoria do capital com a elaboração neo-schumpeteriana sobre ciência e tecnologia que pode permitir um importante salto qualitativo na compreensão da dinâmica capitalista contemporânea, onde esse movimento é rico para as duas abordagens.

A inter-relação entre ambas está apontada por CHESNAIS (1992), que ressalta estar explicitamente posto no capitalismo contemporâneo a centralidade da tecnologia como fator crucial nas estratégias de competição do grande capital.

Nesse sentido, o enfoque é direcionado aos trabalhos que resgatam a importância das inovações na dinâmica capitalista realizada por autores dessas duas correntes especialmente aqueles que analisam a influência das transformações tecnológicas a partir da concepção da biotecnologia.

2. Paradigmas, trajetória econômica e janelas de oportunidade

As teorias evolucionistas analisando o progresso técnico contribuem para que se compreenda o desenvolvimento tecnológico, enfoca-se as mudanças técnico-econômico-sociais através da noção de paradigma. Nesses termos estudos sobre novas formas de organização da produção, ao nível da empresa, da indústria e da economia, permitem melhor conhecer a estrutura, o funcionamento e a emergência dos novos modelos produtivos.

Nesse sentido, DOSI (1993) usando o conceito de paradigma para entender o desenvolvimento das tecnologias, construiu a idéia de **paradigma tecnológico**, ou seja, um modelo de soluções de problemas técnicos, baseado nas ciências naturais, para adquirir novos conhecimentos que os seus proprietários procuram salvaguardar, tanto quanto possível, contra uma difusão excessivamente rápida entre os concorrentes.

Trata-se de uma definição microeconômica (em relação as empresas) ou mesoeconômica (em relação as indústrias). Existem procedimentos de pesquisa específicos da indústria química de alimentos ou da indústria automobilística. Neste dois últimos casos, poder-se-iam considerar, por exemplo, os paradigmas revolução verde e motor a explosão.

Os paradigmas tecnológicos definem as oportunidades de inovações sucessivas em certa direção ou **trajetória tecnológica**. Esta seria o vetor do progresso técnico e do desenvolvimento econômico a partir da efetivação das mudanças instituídas no sistema

produtivo. Como exemplo, o uso da gasolina para combustão interna, seguido do ciclo diesel e, no Brasil, o uso do álcool, define uma trajetória tecnológica.

Quando o paradigma se esgota, são necessários conhecimentos científicos e tecnológicos completamente diferentes para o desenvolvimento de processos biotecnológicos. PÉRES (1992) estudando as fases de esgotamento de paradigmas observa que uma inovação radical começa a ser aplicada numa indústria, que termina por influenciar as demais, a partir daí constrói o conceito de paradigma técnico-econômico. Cada época histórica é marcada por uma ou duas inovações radicais que acabam influenciando toda a economia.

Nesse sentido, entre 1770 a 1830, o fator-chave foram o algodão e o ferro-gusa; em seguida, o carvão, quando a indústria de transportes mudou a estrutura de custos relativos da economia. No terceiro período veio o aço; e no quarto, a energia, particularmente o petróleo. Hoje o fator-chave é o *chip* – elemento central da indústria microeletrônica, por outro lado, um novo sistema de inovações técnicas, sociais e gerenciais que vai adquirindo coerência está focado nos avanços da genética, notadamente a biotecnologia, onde muitos autores afirmam constituir um novo sistema ou paradigma tecnológico.

Isto posto, PÉRES (1992) demonstra que nos períodos de transição entre um paradigma e outro surge as **janelas de oportunidade** que possibilitariam as nações menos desenvolvidas acesso à competitividade e fontes de conhecimentos existentes. Nesse sentido, essas nações menos desenvolvidas poderiam obter dos processos de mudança de paradigma “saltos²” de desenvolvimento absorvendo e se favorecendo com o novo paradigma acelerando a convergência até os países líderes. Para conseguir tal feito, os países em desenvolvimento dependeriam de uma boa coordenação entre os vários agentes do sistema econômico, condições econômicas estáveis, definição estratégica e políticas públicas voltadas no direcionamento a absorção das oportunidades abertas pelo novo paradigma técnico-econômico.

Assim, a ligação entre a emergência e o declínio do paradigma e a sucessão de ciclos econômicos permitem compreender a natureza do progresso e sua relação com a economia. Essas teorias que envolvem os processos de inovações tecnológicas e organizacional bem como sua trajetória, permite analisar os impactos da biotecnologia

² A hipótese de “saltos” ou “queima de etapas” basei-se na idéia de que países retardatários têm maiores chances de entrar em um novo paradigma tecnológico nos estágios iniciais de seu desenvolvimento, já que eles estão menos comprometidos com o aparato institucional e socioeconômico dos paradigmas existentes (PERES & SOETE, 1988).

avançada na agricultura bem como ensejar a oportunidade que alguns países em desenvolvimento terão com relação a essa nova tecnologia.

3. A evolução biotecnológica

Muitos autores destacam que a manipulação de organismos vivos para fins produtivos remontam de tempos imemoráveis, assim, AZEVEDO *et alii* (2002) demonstra que o desenvolvimento e a utilização com finalidades práticas de organismos vivos como fabricação de bebidas e transformação de alimentos constitui uma tradição milenar.

Nesse sentido, somente nas últimas décadas do séc. XX, a biotecnologia conquistaria avanços sem precedentes com o desenvolvimento de técnicas que possibilitariam a manipulação direta dos genes dos seres vivos. Essas novas técnicas, que designam o que se passou a denominar de engenharia genética.

“a técnica do DNA/RNA recombinante, que permite a transferência de material genético de um organismo para outro ultrapassando as barreiras de compatibilidade sexual entre as espécies. Desta forma genes de organismos diferentes, inclusive pertencentes a reinos diferentes são identificados, separados e implantados em vegetais como a soja, milho, algodão, batata, feijão, microorganismos e animais superiores.” (SALLES FILHO, 1993)

Os primeiros resultados concretos desta técnica foram obtidos em 1973, dando início ao que se poderia chamar de “indústria” biotecnológica.

Nas primeiras indústrias *science-based* (eletricidade, química, farmacêutica), fez emergir uma nova organização das práticas científicas e tecnológicas nos âmbitos público e privado, onde convencionou-se chamar essa nova organização de *big-science*, em função de algumas de suas características, notadamente, o trabalho coletivo e multidisciplinar (equipes formadas por engenheiros, tecnólogos e cientistas); as finalidades aplicadas da investigação, que passou a ser conhecida como Pesquisa & Desenvolvimento (P&D); incorporação de novos atores às atividades de ciência e tecnologia (empresárias, planejadores, administradores, políticos); a mobilização de elevados recursos financeiros advindos da indústria, dos governos e de agências internacionais.

Não obstante, a conceito de biotecnologia, em princípio, pode ser entendida como qualquer técnica que utilize organismos vivos com o objetivo de produção e/ou pesquisa e desenvolvimento (SALES FILHO, 1993).

Nesse sentido, outro conceito importante é diferenciar a **biotecnologia tradicional** que é relacionada as tradicionais técnicas de fermentação e a **biotecnologia avançada** no qual é um conjunto de técnicas baseados nos avanços da genética molecular.

O divisor de águas entre a biotecnologia tradicional e avançada foi dado pelas formas de expansão empresarial da engenharia genética na sua primeira fase, ou seja, em finais da década de 70 pouco tempo depois de serem obtidos os primeiros resultados das técnicas do ADN recombinante.

SORJ & WILKINSON (1988) apontam que estas surgiram nos Estados Unidos na forma de pequenas empresas, produto da iniciativa de pesquisadores universitários. As grandes empresas do setor químico-farmacêutico, cuja lógica de inovação estava centrada em métodos tradicionais tiveram que aceitar as novas biotecnologias, passando então a associar-se às novas empresas e/ou a gerar suas próprias capacidades no setor. Na Europa e no Japão foi o Estado o fator que forçou a introdução das novas biotecnologias no sistema produtivo. Assim, as biotecnologias se apresentam como um desencadeador de novas potencialidades para o setor.

Esta diferenciação é fundamental, pois como fundamentado pelos autores as novas biotecnologias prometem transformar radicalmente as estruturas produtivas no campo de atuação das indústrias química, farmacêutica, alimentar e agrícola. Assim, os autores argumentam que a biomassa passará a ser uma matéria de utilidade quase universal, enquanto que microorganismos passarão a constituir um instrumento de produção de utilidade e fins os mais variados possíveis.

De todas as áreas de aplicação da biotecnologia como: saúde, energia, agricultura, alimentos, a de agricultura e alimentos são as que, têm maior relevância para países em desenvolvimento. Em termos de mercado, as aplicações da biotecnologia em alimentos, não são, no momento, as de maior no valor total dos investimentos, mas o serão no médio prazo. Em termos de capacidade interna de desenvolvimento, é nítido que a área agrícola desponta diante das demais, pois nelas se concentra a maior parte das qualificações em instituições e pesquisadores, haja vista a secular tradição na pesquisa agrônômica que existe nesses países. Por fim, o desenvolvimento biotecnológico toma nos países em

desenvolvimento, contornos diferentes daqueles observados nos países desenvolvidos, onde a área de saúde é o carro-chefe da biotecnologia.

Figura 1: Fases da Revolução Biotecnológica

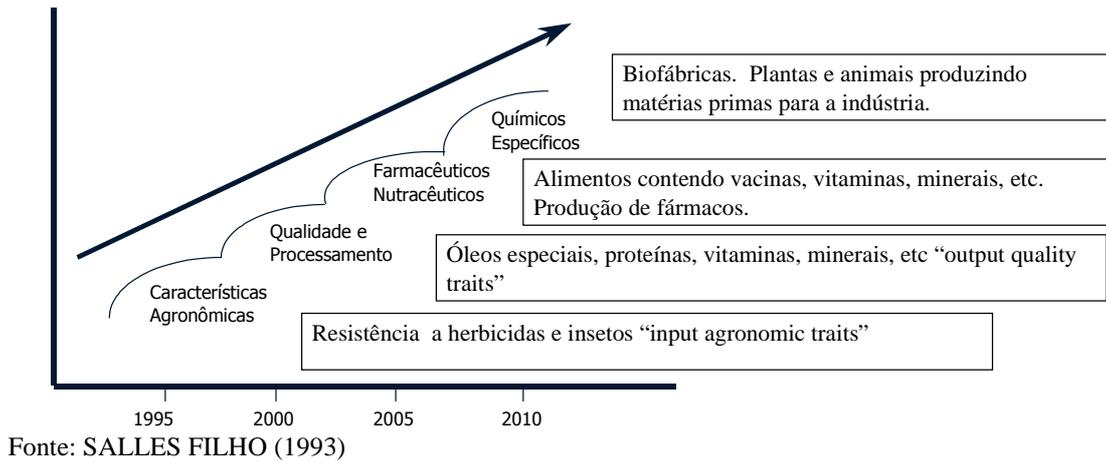
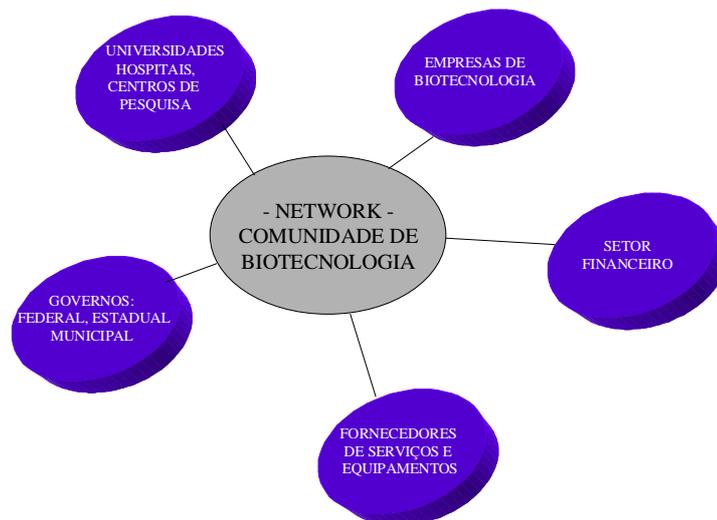


Figura 2: Comunidade de biotecnologia



Fonte: SALLES FILHO (1993)

4. Biotecnologia e sua inserção na indústria, na agricultura e nos complexos agroindustriais

4.1. Indústria

O avanço da biotecnologia para fins industriais veio ao encontro de vários fatores: a procura de mecanismos de luta contra a poluição, crise do preço e aprisionamento de hidrocarburos (devido a utilização do petróleo de forma maciça) e uma crise das indústrias químicas, farmacêutica e de insumos agroindustriais.

Por volta da década de 70 estas indústrias passaram a sofrer uma queda de rentabilidade devido aos rendimentos decrescentes em pesquisa, baixa rentabilidade de novos produtos e aumento de custos de inovação, em grande parte causado pela legislação que passou a exigir maior controle e tempo de experimentação de novos produtos (SORJ, 1984).

As pressões sobre o consumo de energia e, em menor medida, os problemas de poluição, atuaram no sentido de mobilizar o apoio dos governos a programas de pesquisa sobre aplicação das biotecnologias que embora nem sempre estritamente rentáveis, respondiam às necessidades sociais e de procura estratégia de alternativas à dependência de fontes externas de abastecimento.

Na mesma década, o ramo químico estava começando a testar a produção de SPC a partir de hidrocarburos e gás. A crise do petróleo, porém, levou a desviar as atenções para a biomassa.

O desenvolvimento da engenharia genética, paralelamente à pressão crescente das críticas ecologistas, à poluição do meio ambiente, a crise energética que surgiu com a crise do petróleo de 1973, e o avanço na procura de substitutos na indústria alimentar levou a biotecnologia ao lugar central em que se encontra hoje.

Assim, os investimento tanto estatais como dos capitais industriais direcionaram-se em especial no campo do controle da poluição e da procura de fontes renováveis de energia. Por outro lado, as biotecnologias implicam tanto na substituição de produtos existentes, como a criação de produtos novos, e envolve uma variedade de processo industriais os mais diversos setores: produção agrícola, química/farmacêutica, prospecção mineral, informática estabelecendo um novo patamar para o conjunto da produção industrial.

A inserção das biotecnologias nos mais diversos ramos industriais a partir do controle das novas formas de tecnologia está produzindo uma verdadeira reestruturação industrial. A maioria dos grandes centros de pesquisa em engenharia genética se formaram na década de 70 – e ainda estão em formação – no qual denominou-se de Novas Empresas de Biotecnologia (NEBs) onde a maior parte destas estão concentradas nas áreas de saúde humana e animal, agricultura e especialidades químicas e ambientais.

“Toda movimentação em torno da biotecnologia, ocorrida em torno dos anos 70, levou estas empresas a avaliarem os possíveis impactos, das novas técnicas sobre seus processos e produtos. Evidente que muitas das possibilidades que se abriam vinham ao encontro aos interesses estabelecidos dessas empresas, fato que movimentou-as na direção das inovações, da pesquisa própria e do investimento em empresas emergentes do ramo. Estas últimas – empresas emergentes - ,por seu turno, ou associaram-se de alguma forma aquelas tradicionais, ou não lograram êxito suficiente a ponto de manterem-se no mercado. (SALLES FILHO, 1986)

A biotecnologia acabou por conseguinte convergindo setores industriais como de alimentação e químico intensificando um processo de fusão. Nesse sentido, SORJ (1984) ilustra o advento de novas fontes de proteínas, quer baseadas em hidrocarburos ou em matérias renováveis.

Os autores também destacam as inovações em tecnologia de enzimas, complementadas por engenharia genética, tem transformado o escopo de atividades às quais as companhias químicas têm acesso direto, no caso da proteína de célula única (*Single Cell Protein*) e suas implicações nos setores tradicionais de alimentos. Ao mesmo tempo, estas inovações oferecem o prospecto de uma fonte alternativa renovável ao petróleo como material base dos produtos químicos.

Desse modo, há uma tendência de um processo crescente de concentração intra-industrial – indústria farmacêutica, alimentar e insumos agrícolas – onde, dentro desse processo as grandes indústrias alimentares tenderiam a se orientar para o setor químico e vice-versa. O surgimento desse novo paradigma tecnológico, baseado em biotecnologia avançada, provocará uma reestruturação radical dessas indústrias a medida que os capitais realinham as suas atividades para defender posições já estabelecidas e explorar novas oportunidades (GOODMAN, 1990).

A evolução recente da biotecnologia está mostrando que mais do que numa nova “indústria”, as NEBs estão se transformando – embora não fosse seu propósito inicial – em

fornecedores especializados de P&D, a partir do estabelecimento de diversos tipos de acordos, alianças estratégicas e fusões com grandes companhias (SALES FILHO, 1993).

Desta forma, as aplicações da biotecnologia estão ocorrendo no contexto das trajetórias tecnológicas e dos ambientes concorrenciais de setores industriais já existentes, revelando um protagonismo cada vez maior das grandes corporações dos setores químico, farmacêutico, de sementes e de alimentos.

Nesses termos, as biotecnologias, constituem hoje, conjuntamente com a informática, um dos campos da inovação tecnológica que terá maiores conseqüências sociais e econômicas para países em desenvolvimento, tendo em vista o maior peso de produtos agrícolas na pauta de exportação dos mesmos. Nesse sentido, analisaremos a seguir o impacto biotecnológico na agricultura.

4.2 Biotecnologia na agricultura e complexos agroindustriais

Restringindo nosso campo de análise à área agrícola concernente aos impactos da biotecnologia, verificamos que a engenharia genética é uma realidade ampliando as possibilidades em linhas como: controle biológico de pragas, obtenção de novas variedades mais resistentes ou mais produtivas via culturas de tecido, fixação biológica de nitrogênio, obtenção de sementes isentas de vírus e muita outras possibilidades derivadas destas.

Ao contrário do desenvolvimento dos setores da atividade industrial artesanal, a agricultura possui um processo de produção natural, nesse sentido, descreve os autores GOODMAN (1990) a alternativa dos capitais industriais foi se adaptar as limitações estruturais do processo representadas por questões de energia, tempo e espaços ligados à terra. Assim, a natureza com seus ciclos, concerne à produção agrícola propriamente dita, uma singularidade pois é regida pelas estações climáticas, qualidade do solo e pelos aspectos biológicos-químicos (resistência às pragas e doenças) naturais.

Dentro desses limites naturais alguns elementos discretos do processo produtivo foram conquistados pela indústria como: a semeadura a lançar pela máquina de semear, o cavalo pelo trator, o esterco por produtos sintéticos, ou seja, sementes e agroquímico, equipamentos e processamento, criando assim, um “complexo de setores agroindustriais” e que os autores denominaram de **apropriacionismo**.

“Este Processo descontínuo porém persistentes de eliminação de elementos discretos da produção agrícola, sua transformação em atividades agrícolas e sua reincorporação na agricultura sob a forma de insumos designamos *apropriacionismo*.” (GOODMAN, 1990)

As apropriações da produção rural, parciais e historicamente descontínuas, acabaram definindo as origens dos capitais agroindustriais e o complexo de setores equipamentos, processamento, sementes e agroquímico.

Por outro lado, com o surgimento da indústria alimentícia o produto agrícola acaba sendo reduzido a um insumo industrial, sofrendo cada vez mais transformações por componentes não-agrícolas, por exemplo, técnicas de enlatamento e refrigeração (margarina x manteiga), processamento de carnes, fibras artificiais (algodão x *náilon*) em que os autores caracterizaram como **substitucionismo**³.

As inovações por parte das indústrias no processamento de produtos alimentícios intermediários básicos como: farinha, óleos vegetais comestíveis, gorduras animais, açúcar, leite em pó deram uma liberdade muito maior para diferenciar a forma, a composição e a embalagem do produto rural.

Nesse sentido, a agricultura passaria a ser composta por novas relações sociais tendo a agroindústria como setor dominante que dita os processos produtivos desenvolvidos no meio rural.

Com o novo paradigma tecnológico representado pela biotecnologia avançada, por sua vez, esta apresenta forte impacto em diferentes cadeias produtivas que utiliza ou produzam qualquer tipo de matéria orgânica.

Não obstante, para os autores a biotecnologia no processo de *apropriacionismo* e *substitucionismo* deu novas direções no processo de produção, rompendo no sentido de eliminar a terra e a natureza concernentes na reprodução de plantas e animais domésticos, nos agroquímicos e na fabricação de alimentos. Um exemplo desta questão é o desenvolvimento na criação confinada de aves e animais domésticos e expansão dos sistemas agrícolas de meio ambiente controlado.

³ Para GRAZIANO DA SILVA (1992) os termos utilizados “*apropriacionismo*” e “*substitucionismo*” que são utilizados para descrever o processo de industrialização da produção rural e do produto agrícola final não passam de recursos descritivos, sem conteúdo analítico, utilizados para analisar processos, de há muito relatados pelos clássicos, de criação de novos ramos de atividades (ou transferência de funções, na definição de autores neoclássicos) para o “mercado interno” do desenvolvimento capitalista. A literatura mais recente tem tratado o fenômeno com diferentes terminologias, figurando entre as mais conhecidas a “*externalização*” (de partes) do processo produtivo ou o “*desmonte*” das unidades agrárias.

GOODMAN *et al.* (1990) concluem que o resultado final será o de eliminar o produto rural e, assim, a base rural da agricultura. Esta dinâmica é ilustrada pelo paradigmático desenvolvimento da indústria química e das matérias-primas sintéticas. Na indústria alimentícia a mesma tendência é revelada pela expansão dos alimentos “fabricados” altamente processados, baseados na reconstituição de componentes alimentícios genéricos, e pelo crescente controle tecnológico da produção de alimentos, manifesto no uso de aditivo químicos.

Nesses termos, a indústria biotecnológica (ou a biotecnologia) estaria abrindo novos campos de valorização dos capitais no *agribusiness* ao revitalizar antigas trajetórias tecnológicas⁴. Assim, os complexos agroindustriais estariam se convertendo em *complexos bio-industriais*, no qual as indústrias de base biológica não apenas têm lugar garantido na indústria alimentar do futuro, como também devem ampliar o seu espaço no chamado D1 da agricultura – indústria de sementes e matrizes, vacinas, defensivos e fertilizantes.

Contrariamente a essa visão, GRAZIANO DA SILVA (1992) coloca em discussão de que dispomos de alternativas de fabricação de quase todos os produtos agrícolas, sejam tecidos e fibras, sejam alimentos “fabricados” a partir de insumos não agrícolas, mas a questão é que sempre houve no caso dos alimentos uma grande resistência por parte dos consumidores à substituição dos produtos naturais por sintéticos, resistência essa que tem crescido nos últimos anos em função das novas dimensões nutricionais e de saúde ligadas ao consumo de alimentos.

Nesse sentido, o autor enfatiza que é essa “preferência dos consumidores” – que nada tem haver com o postulado neoclássico da soberania do consumidor, mas sim com os interesses do *agribusiness* – que não nos permiti antecipar qualquer “tendência final” inexorável de eliminar completamente a base rural da agricultura. A exploração de tais especificidades da produção agropecuária pode se constituir exatamente em fontes de lucros extraordinários, como atestam os movimentos de recuperação da agricultura orgânica.

⁴As novas tecnologias poderão acelerar e ampliar o caminho da utilização da microeletrônica - em especial da informática e da robotização – na agricultura, constituindo-se essa sim na base do novo paradigma pós-industrial baseado na automação flexível, como já ocorre em muitos segmentos industriais. Para essa discussão ver GRAZIANO DA SILVA, J. *O desenvolvimento das novas tecnologias e seus possíveis impactos sobre a agricultura*. Campinas: IE/UNICAMP, 1991; e também SORJ, B. et al., *O impacto sócio-econômico das biotecnologias: uma perspectiva internacional. Cadernos de difusão de tecnologia*. Brasília, 1 (2):219-244 (maio/ago), 1984.

Assim, qualquer que seja o padrão alimentar do futuro, um novo padrão produtivo tenderá a se impor em nível internacional a partir da disseminação dessas novas tecnologias. Os estudos recentes têm apontado para a formação de verdadeiros “complexos internacionais” de certas *commodities*, como, por exemplo, no caso do milho/soja/carros/óleos vegetais⁵.

Não obstante, aí se destaca a importância da estratégia dos grandes grupos multinacionais na reestruturação dos sistemas agroalimentares na Europa, nos Estados Unidos, Ásia e América Latina. Nesse sentido, uma nova divisão internacional do trabalho se impõe redefinindo as funções da agricultura dos países retardatários.

Nessa perspectiva, a reestruturação da produção agrícola orientada pela biotecnologia avançada pode significar para países em desenvolvimento janelas de oportunidade cada vez mais escassa devido às necessidades de vantagens competitivas acumuladas pela estrutura agro-industrial e sua biodiversidade. Verifica-se dessa maneira, uma oportunidade única para que nações menos desenvolvidas possam ter acesso a uma tecnologia de fronteira com grande potencial de aplicações produtivas.

5. A biotecnologia como janela de oportunidade

A partir do surgimento da biotecnologia "moderna", foi estabelecido um debate sobre seu potencial de alterar as estruturas industriais existentes, conformando um novo "paradigma" de produção. Devido ao caráter genérico das técnicas biotecnológicas, que permitem uma grande variedade de aplicações possíveis, alguns autores prognosticaram seu efeito "revolucionário", no sentido da possível criação de novos setores industriais e da modificação das fronteiras dos anteriormente existentes.

Nessa interpretação, destacou-se o provável surgimento de empresários "schumpeterianos", que saberiam explorar o potencial de aplicação comercial das novas descobertas científicas. Apontava-se a possível existência de "janelas de oportunidade" para as pequenas empresas inovativas, mesmo nos países em desenvolvimento, uma vez que os momentos de "ruptura do paradigma" seriam mais propícios para esses novos

⁵A semelhança dos “worlds car”, que têm suas peças produzidas em diferentes partes do mundo, teríamos os “world steer”, por exemplo, termo utilizado para expressar a crescente internalização dos processos produtivos na pecuária de corte. SANDERSON (1984) *apud* GRAZIANO SILVA (1992).

entrantes e para o estreitamento do *gap* com os países desenvolvidos (PEREZ & SOETE, 1988). Também sob a perspectiva de ruptura radical, foram destacadas as possíveis ameaças do desenvolvimento da biotecnologia para os países em desenvolvimento, a partir da possibilidade de substituição de vários produtos agrícolas tradicionalmente exportados por esses países.

Assim, são citados os casos dos novos adoçantes e seu efeito sobre o mercado açucareiro, a produção de aminoácidos essenciais pela via biotecnológica em substituição da proteína da soja e a produção de manteiga de cacau por vias alternativas, para citar apenas alguns exemplos. No extremo, foi prognosticada a substituição das lavouras agrícolas por processos biotecnológicos que passariam a produzir compostos básicos de natureza genérica, a partir de cuja combinação seriam produzidos os alimentos (GOODMAN *et al.*, 1990).

Todavia, até o presente, a evolução da biotecnologia apresenta um quadro muito aquém desses prognósticos de ruptura e reestruturação industrial. Em primeiro lugar, ainda são poucos os produtos biotecnológicos efetivamente comercializados. Por outro lado, existem ainda muitas lacunas no conhecimento científico e na sua aplicação produtiva. Além disso, as empresas que lidam com biotecnologia deverão enfrentar sérios problemas, seja de ordem técnico-científica, produtivos, financeiros ou comerciais, que ainda não conseguiram ser totalmente equacionados.

Nesses termos, esse momento de atraso de difusão constitui uma grande oportunidade para os países menos desenvolvidos se inserirem como “primeiro inovadores”, notadamente em setores de agrobiotecnologia nos quais existem capacidade tecnológica institucional já acumuladas. Em vez de queimar etapas, como sugerido por PEREZ & SOETE (1988), janelas de oportunidade nesse caso vêm do conhecimento acumulado em P&D e do aprendizado tácito das instituições públicas e privadas de pesquisa.

Considerações finais

O objetivo deste artigo foi traçar a questão de como se insere a agricultura no contexto do novo paradigma notadamente, a biotecnologia avançada, cujo setor é muito importante para os países em desenvolvimento e que, esta onda tecnológica poderia determinar uma nova divisão de forças entre países.

Assim, os riscos de marginalização ou mesmo exclusão dos países em desenvolvimento desse processo são grandes pois muitos já apresentam grande atraso na sua capacidade de usar a mudança tecnológica como motor do crescimento, de transformações estruturais e modernização.

A percepção de que a competitividade deve ser construída (ou seja, as vantagens comparativas são dinâmicas), e que a competitividade depende de determinantes microeconômicos quanto estruturais. No nível micro, importam a capacitação tecnológica – produtos, processos, gerenciamento – a organização industrial e as estratégias das empresas. No nível estrutural importam o ambiente macroeconômico favorável, políticas nacionais adequadas, acumulação de capital – taxas elevadas de investimento e poupança – recursos humanos qualificados, infra-estrutura física eficiente e infra-estrutura de Ciência e Tecnologia (C&T) articulada aos interesses dos setores produtivo e sociedade. As vantagens competitivas nacionais serão determinadas pelo número e natureza dessas indústrias e locais.

Nesses termos, o consenso na literatura de que a biotecnologia avançada está se consolidando como um sistema ou paradigma tecnológico tendo em vista seu potencial de uso para vários agrupamentos industriais e um amplo espectro de novos produtos e processos. Considerando-se as oportunidade que a biotecnologia oferece às nações em desenvolvimento, de maneira geral a América Latina (Brasil, Colômbia, Venezuela, México, Equador e o Peru) são países mais ricos em biodiversidade. É fato de que esses países não possuem nenhuma capacidade tecnológica na produção de biofármacos, produtos que estão tornando realidade um novo padrão tecnológico da química farmacêutica, no países desenvolvidos. Por outro lado, na agricultura os países em desenvolvimento tem competência mínima para almejar resultados mais ousados. Isto não significa que devam ser descartadas outras áreas, mas apenas que no curto prazo toda a oportunidade está na agricultura.

Nesse sentido, o exemplo dos países desenvolvidos em que os governos continuam desempenhando papel ativo na promoção da competitividade de suas economias através de políticas públicas, os países em desenvolvimento teriam que definir uma efetiva política nacional de biotecnologia – legislação de patentes, coordenação e financiamento de pesquisa básica com prioridades, rede de informações - e a criação de ligações mais duradouras de pesquisa pública e privada.

Dessa forma, para os países menos desenvolvidos, a biotecnologia é, ao mesmo tempo, uma oportunidade e um risco. É necessário agir com rapidez e bom senso para reduzir os riscos e aproveitar ao máximo as oportunidades.

Referências Bibliográficas

AZEVEDO, NARA. Pesquisa científica e inovação tecnológica: a via brasileira da biotecnologia. *Revista de Ciências Sociais*, Rio de Janeiro, v. 45, n.1, p. 139-176, 2002.

CHESNAIS, F. A globalização e o curso do capitalismo de fim-de-século. Campinas: *Economia e Sociedade*. n.5, 1-30, dez., 1995 *Economia e Sociedade*: Campinas, n. 1, ago. 1992.

DOSI, G., PAVITT, R. SOETE, L. *La economía del cambio técnico y el comercio internacional*. México: *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología*, 1988.

GOODMAN, D. E., SORJ, B. WILKINSON J. *Da lavoura as biotecnologias*. Rio de Janeiro: Campus, 192 p. 1990.

_____. Agroindústria, políticas públicas e estruturas rurais: análises recentes sobre a agricultura brasileira. *Revista de Economia Política*, v. 5, n. 4, p. 31-56, out-dez./1985.

GRAZIANO DA SILVA. J. Fim do “Agribusiness” ou Emergência da Biotecnologia? Campinas: *Economia e Sociedade*. n.1, 163-67, dez. 1992.

LEMONS, M. B. Liderança de mercados e entrada em tecnologia em sistemas agroalimentares de países semi-industrializado; o caso brasileiros. *Revista de Economia Política*, v. 16, n. 1, p. 79-100, jan-mar./1996.

PAULA, J. A. de, CERQUEIRA, H. E. A. da G., ALBUQUERQUE, E. da M. Ciência e tecnologia na dinâmica capitalista: a elaboração neoschumpeteriana e a teoria do capital. *Texto para discussão*, n.152. Belo Horizonte: UFMG/CEPLAR, 2001.

PAULA, A. P. Limites do desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil. *Revista de Economia Política*, v. 19, n. 2, p. 05-24, abr-jun./1999.

PÉREZ, Carlota. Cambio técnico, reestructuración competitiva y reforma institucional en los países em desarrollo. México: *El Trimestre Economico*, LIX, n. 233, jan-mar/ 1992.

PÉREZ, C., SOETE, L. Catching up in technology; entry barriers and windows of opportunity. In Dosi, G. et alii, *Technical change and economic theory*. London, Nova York, Pinter Publishers. 1988

SALLES FILHO, S.L.M. Estudo da competitividade da indústria brasileira. Competitividade em biotecnologia. Departamento de Política Científica e Tecnológica/ Instituto de Geociências/Unicamp. Manuscrito. 1993

_____. Fundamentos para um programa de biotecnologia na área alimentar. *Cadernos de difusão de tecnologia*. EMBRAPA, v.3, n.3, 1986.

SORJ, B., WILKINSON J. As biotecnologias, a divisão internacional do trabalho e o caso brasileiro. *Revista de Economia Política*, v. 8, n. 2, p. 67-76, abr.-jun/1988.

SORJ, B. *et alii*. As biotecnologias no Brasil. *Cadernos de Difusão de Tecnologia*. Brasília, 2(1), p.137-164, jan./abr. 1985

_____. O impacto sócio-econômico das Biotecnologias uma perspectiva internacional. *Cadernos de Difusão de Tecnologia*. Brasília, 1(2), p. 219-244, mai./ago. 1984

VEIGA, J. E. da. A convergência entre evolucionismo e Regulacionismo. *Revista de Economia Política*, v. 20, n. 2, p. 141-156, abr.-jun/2000.