

A abordagem neo-shumpeteriana do processo de coevolução tecnológica e institucional

Marcos Paulo Fuck*

Maria Beatriz Bonacelli**

RESUMO - O presente artigo discute o processo de coevolução tecnológica e institucional. Trata-se de um tema que vem sendo bastante debatido, notadamente em trabalhos de inspiração neo-schumpeteriana. Entende-se que essa discussão pode favorecer a proposição de políticas de ciência e de tecnologia de modo a melhor organizar o processo de inovação. Utiliza-se como exemplo o processo de organização da pesquisa agrícola.

Palavras-chave: Trajetórias tecnológicas. Trajetórias institucionais. Coevolução. Propriedade intelectual. Biotecnologia.

1 PARADIGMAS E TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS

Muito tem se discutido nas últimas décadas sobre os principais determinantes do processo de inovação. Alguns desses estudos identificaram como sendo as forças de mercado as principais responsáveis pela mudança técnica. Por essa ótica, inspirada em modelos econômicos convencionais, haveria uma indução pela demanda (*demand pull*), com o processo de inovação sendo guiado pelas demandas de mercado de modo a satisfazer certas “necessidades”. Outros modelos consideram que os avanços científicos e tecnológicos são os principais determinantes do processo de inovação. Os modelos que caracterizam essa abordagem, que se diferenciam significativamente dos modelos de indução pela demanda, são conhecidos como sendo os de “impulso pela ciência” ou “impulso pela tecnologia” (*science push* ou *technology push*). Essa abordagem, em grande medida, está relacionada ao modelo linear de inovação, que compreende o processo de inovação a partir de uma concepção unidirecional “ciência-tecnologia-produção”.

* Doutor em Política Científica e Tecnológica (DPCT/IG/UNICAMP) e Pesquisador Associado do Grupo de Estudos sobre a Organização da Pesquisa e da Inovação (GEOPI/DPCT/UNICAMP). Endereço eletrônico: fuck@ige.unicamp.br.

** Professora do Departamento de Política Científica e Tecnológica (DPCT/IG/UNICAMP) e Coordenadora do Grupo de Pesquisa sobre a Organização da Pesquisa e da Inovação (GEOPI/DPCT/UNICAMP). Endereço eletrônico: bia@ige.unicamp.br.

A partir da superação da visão fragmentada de oferta e demanda de tecnologia explicitada nos modelos anteriores, Dosi (1982 e 1984/2006) define seu modelo de determinantes e de direções da mudança técnica. Em sua avaliação, a tecnologia é um conjunto prático e teórico de parcelas do conhecimento, que envolve *know-how*, métodos, procedimentos, experiências de sucessos e insucessos, além da infraestrutura física referente aos equipamentos. Uma parte desincorporada da tecnologia compõe-se de *expertise* específica, que é proveniente tanto de soluções tecnológicas do passado como do conhecimento e das realizações do estado da arte. Por essa ótica, a tecnologia inclui a percepção de um conjunto limitado de possíveis alternativas tecnológicas atuais e de possíveis desenvolvimentos futuros. “Em outras palavras, conforma um conjunto limitado, mas não bem definido de caminhos a seguir” (SALLES-FILHO, 1993).

Com essa visão ampla de tecnologia, G. Dosi define paradigma tecnológico (em analogia ao conceito de paradigma científico desenvolvido por Thomas Kuhn) como um modelo e um padrão de seleção de problemas tecnológicos *selecionados*, baseados em princípios *selecionados*, derivados das ciências naturais, e em tecnologias materiais *selecionadas* (grifos do próprio Dosi). O paradigma tecnológico inclui uma série de escolhas (*trade-offs*) técnicas e econômicas feitas pelos agentes econômicos em situações determinadas. Essas escolhas, quando são incluídas num determinado arcabouço técnico-produtivo, conformam as trajetórias tecnológicas, que são a direção do avanço no interior de cada paradigma tecnológico ou o padrão de solução normal de problemas em um paradigma tecnológico. Ainda segundo o autor, o paradigma tecnológico incorpora fortes prescrições sobre as direções da mudança técnica a perseguir e a negligenciar, o que implica em capacidade de exclusão em relação a outras alternativas inicialmente possíveis.

Nessa avaliação, “uma trajetória tecnológica pode ser representada pelo movimento dos balanços multidimensionais entre as variáveis tecnológicas definidas como relevantes pelo paradigma” (DOSI, 1984/2006, p.45), sendo o progresso definido como o aperfeiçoamento desses balanços. O autor apresenta algumas características dessas trajetórias: a) podem ser mais genéricas ou mais circunscritas; b) geralmente apresentam complementaridades entre diversas formas de conhecimento, experiência, habilidades etc., implicando que o desenvolvimento maior ou menor de uma determinada tecnologia pode estimular ou impedir desenvolvimento em outras; c) a *fronteira tecnológica* pode ser definida como o mais alto nível alcançado em relação a uma trajetória tecnológica, com respeito às dimensões tecnológicas e econômicas relevantes; d) o progresso numa trajetória é parcialmente dependente de

características cumulativas, o que significa que a probabilidade de futuros avanços também se relaciona com a posição que uma empresa ou país já ocupam *vis a vis* a fronteira tecnológica existente; e) quando uma trajetória é muito “poderosa” (do ponto de vista técnico e econômico) pode haver dificuldade em mudar para uma trajetória alternativa; e f) é questionável a ideia de se avaliar *a priori* a superioridade de uma trajetória sobre outras possíveis, o que ressalta a natureza incerta da atividade de pesquisa.

Argumentação semelhante é realizada por Nelson e Winter (1977 e 1982/2005). Os autores definem que as trajetórias naturais são os caminhos trilhados pelo desenvolvimento tecnológico e que, depois de selecionadas e estabelecidas, apresentam um impulso próprio. Os autores consideram que certas trajetórias naturais são comuns a um amplo espectro de tecnologias, como a exploração progressiva de economias de escala latentes e o aumento da mecanização das operações antes feitas manualmente. Essas trajetórias caracterizaram a dinâmica da inovação no século XIX e ainda permanecem bastante atuais ao lado de “novas” trajetórias criadas no século XX, como a exploração de um melhor entendimento da eletricidade e a consequente criação e aprimoramento de componentes elétricos e eletrônicos e também os desenvolvimentos semelhantes em relação às tecnologias químicas.

As trajetórias naturais podem ser específicas a uma tecnologia particular ou podem ser genericamente definidas como “regime tecnológico”, que pode ser entendido como o complexo de unidades produtivas, de sociedades e disciplinas profissionais, de programas universitários de treinamento e pesquisa, e de arranjos legais e institucionais que promovem e restringem a mudança tecnológica ao longo das trajetórias (DOSI & NELSON, 1994).

Freeman e Perez (1988) utilizam a expressão "paradigma tecnoeconômico", ao invés de "paradigma tecnológico", porque consideram que a análise do processo competitivo deve incluir outros elementos além do progresso técnico¹. Segundo eles, “as mudanças envolvidas vão além de tecnologias específicas de produtos e processos e afetam a estrutura de custos e as condições de produção e distribuição do sistema” (p.47). A essência desse conceito corresponde às idéias acima destacadas de Nelson e Winter relativas às trajetórias naturais e à

¹ Os autores apresentam uma taxonomia dos vários tipos de mudanças técnicas: inovações incrementais, que geralmente surgem a partir de invenções e aperfeiçoamentos realizados por engenheiros ou por outros profissionais diretamente ligados ao processo produtivo e/ou por sugestões dos usuários; inovações radicais, que são eventos descontínuos, geralmente produto de atividades deliberadas de P&D em empresas, universidades ou instituições de pesquisa; mudanças de sistemas tecnológicos, que dizem respeito a mudanças de longo alcance na economia e geralmente incluem numerosas inovações radicais e incrementais de produtos e processos (“constelações de inovações”); e mudança de paradigma tecnoeconômico, que diz respeito a mudanças tão profundas que afetam o comportamento de praticamente toda a economia (ou de toda ela) (FREEMAN & PEREZ, 1988; FREEMAN, 1987).

formação de um regime tecnológico. O conceito de paradigma tecnoeconômico é alinhado à idéia schumpeteriana de ciclos de crescimento e de “ondas de destruição criadora”. Ao longo desses ciclos de crescimento, as novas tecnologias muitas vezes não são bem acolhidas pelas estruturas institucionais vigentes, o que provoca um processo de reestruturação institucional de modo a dar suporte ao novo paradigma.

Por essa perspectiva, na transição entre os paradigmas ocorre uma forte interação entre o processo de mudanças tecnológicas, organizacionais e institucionais, o que afeta a economia como um todo e dá uma nova dinâmica às formas de organização da sociedade. Esse processo de mudanças tecnológicas e institucionais é baseado em um conjunto de instituições de suporte, as quais são “construídas” ao longo desses períodos de transformações. Para os autores, o paradigma tecnoeconômico fordista - que caracterizou o período entre 1940-1980, que teve como fator chave os derivados de petróleo e como indústrias-chave a automobilística, aeronáutica e de bens de consumo duráveis e cuja organização industrial esteve baseada na competição oligopolista - foi substituído, embora ainda permaneça bastante atual, pelo paradigma baseado nas tecnologias de informação e comunicação. Esse novo paradigma tem como fator chave os microcomputadores e como indústrias-chave as de produtos eletrônicos, serviços de informação, *hardware* e *software* e a forma característica de organização industrial é a formação de redes de firmas (FREEMAN & PEREZ, 1988).

2 O PROCESSO DE MUDANÇA INSTITUCIONAL

Conforme sintetiza Salles-Filho (1993), pela ótica schumpeteriana as instituições podem contribuir para a articulação de comportamentos regulares nas trajetórias tecnológicas de duas formas: no sentido tradicional, como organizações não lucrativas - tais como instituições públicas de pesquisa, universidades etc. -, e também como toda forma de organização, de convenções e de comportamento mediado pelo mercado. Ainda segundo o autor, as instituições são parte indissociável do processo evolutivo. Elas aprendem e evoluem no tempo e, assim como no caso das tecnologias, esse processo tem fortes componentes históricos, de aprendizado, de incertezas e de atividades com caráter tácito-específico. “As instituições teriam, nesta perspectiva, *trajetórias institucionais*, mais ou menos vinculadas às trajetórias e aos paradigmas tecnológicos” (p.103). A evolução dessas trajetórias evolutivas das instituições também se define segundo *trade-offs* permanentemente colocados (DOSI & MARENGO, 1994).

Pondé (2005) discute os principais elementos da abordagem schumpeteriana em relação às instituições e às mudanças institucionais. O autor considera que devido à grande diversidade institucional de uma economia capitalista, o desenvolvimento de conceitos e definições adequados para a análise “só pode ser um resultado da expansão e maturação dos vários programas de pesquisa hoje existentes” (p.122). A partir de três elementos básicos para um conceito mínimo de instituições - as regularidades nas ações e interações sociais, seu caráter socialmente construído e seu papel no ordenamento ou organização das atividades e processos econômicos - o autor apresenta sua definição conceitual:

“Instituições econômicas são regularidades de comportamento, social e historicamente construídas, que moldam e ordenam as interações entre indivíduos e grupos de indivíduos, produzindo padrões relativamente estáveis e determinados na operação do sistema econômico” (p.126).

Castro (2004) - a partir da definição de G. Hodgson, para quem “as instituições são sistemas duradouros de normas sociais estabelecidas e enraizadas que estruturam as interações sociais” - considera que o processo de mudança institucional nos mostra como as sociedades evoluem no tempo. A autora também avalia a relação entre instituições e organizações: as instituições podem ser entendidas como as “regras do jogo” (NORTH, 1990), ao passo que as organizações são os jogadores que, “por meio de sua capacidade, suas estratégias e sua coordenação, também exercem influência na criação ou na evolução das próprias regras do jogo, ou, em outras palavras, nas instituições já existentes e/ou novas”. Ainda segundo a autora, embora as organizações também sejam instituições, as primeiras podem ser definidas pelas suas estratégias. A partir dessa dimensão estratégica é possível definir a natureza específica das organizações. É a partir dessas estratégias que organizações/instituições podem melhor se adaptar ao seu meio e também se antecipar às principais mudanças. Dada a natureza evolutiva das trajetórias tecnológicas, as estratégias ocupam um papel central no processo de coevolução entre tecnologias, instituições e organizações.

Nelson (1994) analisa o processo de coevolução de tecnologias, estrutura industrial e instituições de suporte. O autor aponta um vasto leque de instituições que podem coevoluir com a tecnologia, como universidades, sociedades técnicas e mesmo instituições jurídicas envolvendo os direitos de propriedade intelectual e marcos regulatórios. Dessa forma, o processo de coevolução é muito complexo, envolvendo não só as ações de empresas privadas, mas também organizações como associações industriais, sociedades técnicas, universidades, tribunais, organismos públicos, legisladores, entre outros.

Nelson (2001) e Nelson e Sampat (2001) diferenciam “tecnologias físicas”, que são fortemente associadas à “engenharia física” ou aos processos a serem executados para se obter um resultado desejado e “tecnologias sociais”, que dizem respeito às formas como o trabalho é dividido e coordenado entre os vários atores envolvidos no processo produtivo. Para os autores, as “duas tecnologias” coevoluem e juntas direcionam o crescimento econômico. Nesse enfoque, as instituições podem ser vistas como tecnologias sociais que controlam externalidades e conformam ou não padrões de atividades inovativas e outras atividades econômicas:

Por sua vez, as instituições que governam tais externalidades e complementaridades fazem-no também administrando as regras de interação entre os agentes, moldando as crenças destes e as informações a que podem ter acesso, seu *ethos* e suas formas de comportamento (CIMOLI *et al.*, 2007, p.66).

Alguns exemplos do processo de coevolução entre instituições e tecnologias são apontados por Nelson (2008): com base nos trabalhos de Chandler (1962 e 1977), a ascensão da produção em massa nos Estados Unidos, na última parte do século XIX, que envolveu novas formas de organização das empresas, de relações de trabalho, de financiamento de atividades, de marcos regulatórios (legislação antitruste) etc.; com base em Murmann (2003), o desenvolvimento, no mesmo período, da primeira indústria alemã baseada em ciência - a indústria de corantes sintéticos - que teve como suporte inicial as pesquisas em química orgânica e que levou à organização de laboratórios de pesquisa industrial, a formas mais adequadas de proteção de ativos intelectuais, a novas formas de financiamento à pesquisa por parte do governo etc.; e, por fim, o exemplo com maiores detalhes diz respeito às interações que têm marcado nas últimas décadas o desenvolvimento de produtos farmacêuticos baseados na biotecnologia.

Nas décadas de 1960 e 1970, os avanços na biologia molecular e a criação dos processos básicos utilizados na moderna biotecnologia foram o divisor de águas para a indústria farmacêutica norte-americana. Naquele momento, várias linhas de pesquisa universitária se mostravam promissoras comercialmente e novas empresas de base biotecnológica foram formadas por esses pesquisadores. Isso foi possível pela tradicional abertura que as universidades norte-americanas dão aos seus pesquisadores para o desenvolvimento de atividades empresariais e também pelo desenvolvimento de empresas de capital de risco que aportaram recursos para as *biotech startups*. Estas duas características do quadro institucional norte-americano devem ser consideradas como parte de um ambiente

institucional favorável à iniciativa empresarial. Outro fator chave para o sucesso dessas empresas foi o maior nível de proteção, via patentes, para os produtos de base biotecnológica e a possibilidade de transferência dessas tecnologias, via licenciamento, das universidades para as empresas.²

A análise dos três casos apontados por R. Nelson indica o processo de complementaridade entre tecnologias sociais e físicas e revela a importância das instituições pela forma como elas dão suporte e moldam as tecnologias. Nos casos analisados, além da evolução das bases do conhecimento tecnológico, diversas outras variáveis foram influenciadas e influenciaram pelo desenvolvimento daquelas indústrias, como as formas de financiamento às atividades de inovação, novos padrões de qualificação para os trabalhadores, novas formas de articulação entre universidades e empresas, a forte intervenção do governo de modo a construir um novo quadro regulatório, entre outros aspectos.

3 O PROCESSO DE COEVOLUÇÃO TECNOLÓGICA E INSTITUCIONAL NAS ATIVIDADES AGRÍCOLAS

A agricultura, tal como a conhecemos hoje, também é fruto de um longo período de evolução - e de coevolução - de tecnologias e instituições. As transformações mais significativas ocorreram no período que se seguiu à Segunda Guerra Mundial, basicamente a partir da segunda metade do século passado. Conforme Salles-Filho (1993):

“Esse período foi o de consolidação de um conjunto de paradigmas e trajetórias cujas origens e cujos caminhos percorridos foram distintos, não coordenados em sua essência e, portanto, não concebíveis como partes de um todo harmônico a ser formado no futuro.” (p.06)

Em sua avaliação, esse conjunto de transformações é resultado, não esperado, de um processo histórico evolutivo, não sendo correta a interpretação de que as mudanças ocorridas no período foram devido a um “pacote tecnológico” minuciosamente planejado de modo a transformar as bases da agricultura nos países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Na verdade, na virada do século XIX para o XX já se observava o início da formação do paradigma tecnológico da “agricultura moderna” devido ao uso, ainda que de

² Essas duas situações são bastante particulares ao caso norte-americano: uma decisão judicial de 1980 possibilitou o patenteamento de produtos biotecnológicos e, praticamente no mesmo período, o Congresso norte-americano aprovou a *Bayh-Dole Act*, que permitiu às universidades, institutos de pesquisa e pequenas empresas reterem a titularidade de patentes derivadas de pesquisas financiadas com recursos públicos federais e transferirem essas tecnologias para terceiros (NELSON, 2008).

forma introdutória e não sistemática, de tratores e implementos, fertilizantes químicos, sementes melhoradas, controle químico de pragas e doenças e também uma crescente integração da agricultura à indústria processadora de alimentos e matérias-primas (KAUTSKY, 1986).³ Ao longo da primeira metade do século XX, esse padrão foi se fortalecendo com a expansão que ocorria com a indústria química, do uso do petróleo e de seus derivados, do emprego de equipamentos elétricos e do estabelecimento dos métodos de melhoramento vegetal (notadamente em relação à produção de sementes híbridas). No Pós Segunda Guerra, o segmento de pesticidas passa a representar parte indissociável desse padrão tecnológico, o que contribuiu com a forte complementaridade entre as diversas tecnologias produzidas para a agricultura (SALLES-FILHO, 1993).⁴

A partir da tipologia de K. Pavitt (1984) - que classifica os setores industriais conforme suas diferentes características em relação às fontes de tecnologia, as demandas dos usuários e as possibilidades de apropriação - a agricultura seria, em relação à sua dinâmica inovativa mais geral, classificada como sendo “dominada pelo fornecedor”.⁵ Porém, Possas *et al.* (1996) indicam a necessidade de observar mais detalhadamente os aspectos que moldam as trajetórias tecnológicas da agricultura.⁶ Indo além, portanto, da tipologia de Pavitt, os autores sugerem que: i) não há uma trajetória tecnológica geral para a agricultura, a qual se caracterize pela homogeneidade tecnológica e competitiva - pelo contrário, existem diferenças significativas entre, por exemplo, as inovações químicas que englobam pesticidas e fertilizantes, duas indústrias radicalmente diferentes em suas atividades de pesquisa; a indústria de sementes também não é homogênea, como em relação à produção de sementes híbridas e variedades, nas quais as condições de apropriabilidade são bastante distintas etc.; ii)

³ Kautsky, nesta obra originalmente publicada em 1899, analisa, sob o ponto de vista marxista, o desenvolvimento do capitalismo no campo. O autor descreveu as principais transformações referentes ao caráter capitalista da, por ele denominada, “agricultura moderna”.

⁴ Silveira (2008) apresenta cinco transformações ocorridas na segunda metade do século XX, as quais foram constituindo os componentes do que hoje se denomina agronegócio: 1) revolução agrícola, na forma de especialização produtiva em torno de cultivos especializados; 2) prolongamento da II Revolução Industrial, com a combinação de insumos químicos e mecanização agrícola; 3) revolução nos transportes e das fontes de energia; 4) revolução nas telecomunicações, com a possibilidade de alterar as rotinas de previsão de safras, de formação de preços nos mercados agrícolas e financeiros etc.; e 5) revolução da base biológica, do melhoramento genético convencional até a moderna biotecnologia, passando pela multiplicação de dispositivos biológicos, de inoculantes a organismos produtores de especialidades e voltados para certas funções nutricionais específicas.

⁵ A tipologia de Pavitt é composta pelos seguintes setores: os “dominados pelos fornecedores” (*supplier dominated*); os “intensivos em produção” (*production intensive*), subdivididos em “intensivos em escala” (*scale intensive*) e “fornecedores especializados” (*specialized suppliers*); e os baseados em ciência (*science based*). Posteriormente o autor incluiu também os setores “intensivos em informação” (*information intensive*) (BELL & PAVITT, 1993).

⁶ Nesse sentido, algumas indústrias podem ser classificadas como “baseadas em ciência” (a de pesticidas e de sementes), outras como “intensivas em escala” (a de fertilizantes químicos), “fornecedor especializado” (a de máquinas e implementos agrícolas), “dominados pelo fornecedor” (a indústria de alimentos) e “intensivas em informação” (as que prestam serviços especializados) (POSSAS *et al.*, 1996).

o conceito de trajetória tecnológica não pode ser tomado como um conceito setorial amplo, mas sim ligado a determinadas tendências da dinâmica competitiva dos mercados; e iii) as trajetórias das indústrias relacionadas à agricultura devem ser consideradas nas suas inter-relações com os mercados agrícolas.

Essa interpretação, de inspiração neo-schumpeteriana, rompe com as limitações decorrentes da separação esquemática das inovações em biológicas, físico-químicas e mecânicas, a qual acaba determinando um caráter estritamente funcional e reativo ao desenvolvimento tecnológico na agricultura. As interpretações a partir do estudo das trajetórias tecnológicas permitem uma melhor compreensão da complexidade do regime tecnológico da agricultura pelos seguintes motivos: 1) identificam as diferentes estratégias inovadoras dos diversos segmentos que formam o padrão tecnológico moderno, contrariamente às interpretações usuais que assumem a origem disciplinar das tecnologias como uma explicação; 2) evitam que as interpretações históricas sejam feitas de forma simplificada, nas quais as tecnologias podem ser consideradas uma solução "natural" aos problemas agrícolas; e 3) permitem uma interpretação dinâmica do processo de inovação por meio de uma abordagem evolutiva (POSSAS *et al.*, 1996; SALLES-FILHO, 1993; SILVEIRA, 2008). Devido aos avanços da moderna biotecnologia, mas também às novas formas de interação entre atores para a realização da pesquisa (em redes, via compartilhamento, via *open innovation*, entre outros), a coevolução está apontando para um regime tecnológico mais intensivo em ciência.

As diferenças entre os setores baseados em ciências em relação aos demais setores (tomando a tipologia de Pavitt) são as seguintes de acordo com Coriat *et al.* (2003): a inovação é essencialmente baseada nas atividades de pesquisa, sendo que uma boa parte delas realizadas fora da empresa, o que destaca as múltiplas formas de relacionamento entre universidades, instituições públicas de pesquisa e empresas; as empresas também desenvolvem pesquisas básicas de modo a absorver os conhecimentos gerados externamente; as oportunidades tecnológicas são elevadas e persistentes; e o desenvolvimento de produtos (e processos) é baseado na exploração comercial de um *cluster* de resultados científicos que pertencem a distintas disciplinas.

Referindo-se ao caso norte-americano, Coriat *et al.* (2003) consideram que a mudança na base de conhecimentos está na origem das transformações ligadas à biotecnologia, mas a formação de uma "indústria" específica só foi possível devido à forte intervenção da mão visível do Estado (como em relação à *Bayh-Dole Act*), das novas formas de

financiamento das atividades inovativas e do novo regime de propriedade intelectual. A “complementaridade institucional” decorrente da interação entre esses fatores abriu oportunidades de investimentos para as *New Biotech Firms* (NBFs), empresas em geral de pequeno e médio porte especializadas nas atividades de pesquisa básica e que foram formadas por associações entre cientistas e empresários inovadores (muitas adquiridas, posteriormente, por grandes empresas da química, petroquímica, farmacêutica e sementeiras, especialmente). O modelo descrito pelos autores é considerado um exemplo típico do processo de coevolução entre a base de conhecimentos e as instituições.

4 CONCLUSÕES

A breve discussão realizada neste artigo destaca alguns dos principais elementos do processo de coevolução de tecnologias e instituições. Por mais óbvios que alguns desses elementos possam parecer à primeira análise, acredita-se que a análise da dinâmica evolutiva de tecnologias e instituições contribui com a formulação de políticas de ciência e tecnologia ao destacar elementos relevantes do processo de inovação. Em artigos anteriores publicados neste Boletim foi discutido em maiores detalhes o atual momento das atividades de pesquisa agrícola, que é caracterizado por fortes mudanças no ambiente tecnológico (notadamente com as biotecnologias)⁷, de apropriação (com o fortalecimento dos direitos de propriedade intelectual)⁸, organizacional (com “novas” parcerias entre as principais organizações participantes do processo de pesquisa)⁹, entre outros aspectos. O entendimento desses elementos pode embasar as estratégias dessas organizações, bem como o próprio processo de mudança no ambiente institucional (leis, regulações etc.), o que por sua vez pode influir no desenho das trajetórias que caracterizam o progresso técnico.

REFERÊNCIAS

BELL, M.; PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. **Industrial and Corporate Change**, v. 2, n. 2, 1993.

⁷ FUCK, M.P.; BONACELLI, M.B.M. O avanço na utilização de sementes geneticamente modificadas no mundo e suas implicações para a pesquisa agrícola no Brasil. *Economia & Tecnologia* (UFPR), v. 12, p. 83-94, 2008.

⁸ FUCK, M.P.; BONACELLI, M.B.M.; Carvalho, S.P. Propriedade intelectual em melhoramento vegetal: o que muda com a alteração na Lei de Proteção de Cultivares no Brasil?. *Economia & Tecnologia* (UFPR), v. 11, p. 89-97, 2007.

⁹ FUCK, M.P.; CASTRO, A.C.; SALLES-FILHO, S.; CARVALHO, S.P. Catching-up no setor agrícola brasileiro: o papel das novas instituições. *Economia & Tecnologia* (UFPR), v. 15, p. 101-111, 2008.

- CASTRO, A.C. Construindo Pontes: Inovações, Organizações e Estratégias como Abordagens Complementares. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 3, n.02, p. 449-473, 2004.
- Chandler, A. **Strategy and Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprise**. MIT Press, Cambridge, 1962.
- Chandler, A. **The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business**. Harvard University Press, Cambridge, 1977.
- CIMOLLI, M; DOSI, G.; NELSON, R.; STIGLITZ, J. Instituições e Políticas Moldando o Desenvolvimento Industrial: uma nota introdutória. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 6, n.01, p.55-85, 2007.
- CORIAT, B.; ORSI, F.; WEINSTEIN, O. Does biotech reflect a new science-based innovation regimes? **Industry and Innovation**, v. 10, n. 3, 231-253, Setembro 2003.
- DOSI, G. **Mudança técnica e transformação industrial – a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2006. (primeira versão em inglês de 1984)
- DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories – a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, 11, p.147-162, 1982.
- DOSI, G.; MARENGO, L. “Some elements of an evolutionary theory of organizational competences”. In: ENGLAND, R. **Evolutionary concepts in contemporary economics**. The University of Michigan, 1994.
- DOSI, G.; NELSON, R. An introduction to evolutionary theories in economics. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 4, n. 3, p.153-172, 1994.
- FREEMAN, C. “Information Technology and change in techno-economic paradigm”. In: FREEMAN, C. & SOETE, L. **Technical change and full employment**, Basil Blackwell: London, 1987.
- FREEMAN, C.; PEREZ, C. “Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour”. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G. & SOETE, L. **Technical Change and Economic Theory**. London and New York, Pinter Publisher, 1988.
- KAUTSKY, K. **A questão agrária**. São Paulo: Nova Cultural, 1986. (Série “Os Economistas”, título original “Die Agrarfrage”, de 1899).
- MURMANN, J.P. **Knowledge and Competitive Advantage – The Coevolution of Firms, Technology, and National Institutions**. New York: Cambridge University Press, 2003.
- NELSON, R.; SAMPAT, B. Las instituciones como factor que regula el desempeño económico. **Revista de Economía Institucional**, v. 2, n. 5, p.17-51, 2001 (artigo original publicado em **Journal of Economic Behavior and Organization**, 44, 1, 2001, p. 31-54)
- NELSON, R. “The coevolution of technology and institutions as the driver of economic growth”. In: Foster, J. & Metcalfe, J. (eds.) **Frontiers of Evolutionary Economics – Competition, Self-Organization and Innovation Policy**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2001.
- NELSON, R. The co-evolution of technology, industrial structure and supporting institutions. **Industrial and Corporate Change**, v. 3, n. 1, p.47-63, 1994.
- NELSON, R. What enables rapid economic progress: What are the needed institutions? **Research Policy**, v. 37, n. 1, p. 1-11, 2008.

- NELSON, R.; WINTER, S. In search of useful theory of innovation. **Research Policy**, v. 6, 1977, p.36-76.
- NELSON, R.; WINTER, S. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2005. (primeira versão em inglês de 1982)
- NORTH, D.C. **Institutions, Institutional Change and Economic Performance**, Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- PAVITT, K. Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory, **Research Policy**, 13, p.343-373, 1984.
- PONDÉ, J.L. Instituições e Mudança Institucional: Uma Abordagem Schumpeteriana. **EconomiA**, v. 6, n. 1, p.119-160, 2005.
- POSSAS, M.L.; SALLES-FILHO, S.L.M.; SILVEIRA, J.M. An Evolutionary Approach To Technological Innovation In Agriculture: Some Preliminary Remarks. **Research Policy**, v. 26, p.933-945, 1996.
- SALLES-FILHO, S.L.M. **A dinâmica tecnológica da agricultura**: perspectivas da biotecnologia. Tese (Doutorado) – Instituto de Economia (IE), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, 1993.
- SILVEIRA, J.M. Elementos condicionantes do cenário institucional para o desenvolvimento da biotecnologia agrícola. **Relatórios de pesquisa CNPq/2008**.