



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
Departamento de Zootecnia

Economia básica para os cursos de graduação em Zootecnia,
Engenharia de Alimentos e Engenharia de Biossistemas.

Texto de apoio para as disciplinas
ZAZ0312 – ANÁLISE ECONÔMICA DA AGROPECUÁRIA
ZAZ0763 - ECONOMIA
ZAZ1036 - ECONOMIA APLICADA À ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS

Prof. Rubens Nunes
rnunes@usp.br

Pirassununga, fevereiro de 2012

A reprodução do todo, parte ou partes deste texto está autorizada desde que sem fins comerciais ou associada a atividade lucrativa e citada a fonte

NUNES, R. Economia básica para os cursos de graduação em Zootecnia, Engenharia de Alimentos e Engenharia de Biosistemas. Pirassununga: FZEA/USP – Departamento de Zootecnia, 2012.

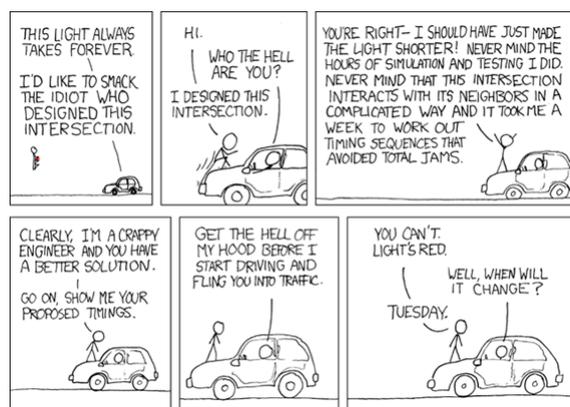
11. Invenção, Inovação e Difusão de Tecnologias

A teoria econômica padrão (neoclássica) toma a tecnologia como dada ou exógena, e a representa por meio da função de produção. A partir dessa descrição simplificada da tecnologia e dos preços de insumos e produtos, a teoria neoclássica da firma analisa as escolhas (planos de produção) maximizadoras de lucro. A teoria convencional não responde, e de fato, nem se propõe a isso, as questões da produção e da apropriação da tecnologia. Este capítulo discutirá a tecnologia para além do referencial tradicional da teoria econômica da produção.

11.1. Ciência e Tecnologia

O senso comum representa a tecnologia como ciência aplicada. As invenções tecnológicas poderiam ser derivadas diretamente do conhecimento científico. Essa visão simplista é problemática.¹ As relações entre ciência e tecnologia são muito mais complexas do que sugere a distinção entre conhecimento científico básico e conhecimento tecnológico aplicado. Do ponto de vista histórico, não é incomum o desenvolvimento de artefatos antes da descoberta dos princípios científicos subjacentes ao funcionamento desses inventos. O surgimento da máquina a vapor antecedeu a criação da Termodinâmica. Nesse caso, como em muitos outros, a teoria seguiu problemas colocados pela criação de tecnologias. Do ponto de vista lógico, não é possível deduzir de proposições positivas (que expressam estados da natureza) a solução ou o método para solucionar problemas relacionados. Os axiomas da geometria euclidiana, por exemplo, não permitem deduzir ou descobrir como demonstrar teoremas. A lógica formal pode fornecer critérios para validar ou invalidar uma demonstração, mas não ensina a produzir demonstrações. O mesmo ocorre com a tecnologia em relação à ciência².

A atividade de buscar soluções para problemas, cujo modo de solucionar (passos ou algoritmo) ainda não é conhecido, é denominada **heurística**. A palavra vem do grego, *εὐρίσκω* (*heurisko*), que significa “descubro”, “acho”, “encontro”, e refere-se a todo o complexo de idéias, regras e orientações que direcionam a busca por soluções de problemas tecnológicos. A heurística gera estratégias de solução dos problemas.



¹ Kroes, Peter. *Technology and science-based heuristics*. In: Pitt, Joseph C. (Editor) *New Directions in the Philosophy of Technology*. Kluwer Academic Publishers, 1995. p. 17.

² “there is no compelling logic leading from scientific knowledge to technological designs ...” Kroes, op. cit. p. 17.

A tecnologia não é uma espécie de subproduto da ciência. A solução de problemas tecnológicos é, em muitos casos, guiada, mas não imposta, pelo conhecimento científico. A ciência, por sua vez, demanda técnicas e aparatos cada vez mais sofisticados. Muitas teorias só podem ser submetidas a testes por meio de instrumentos empregados de acordo com protocolos específicos.

De acordo com as concepções modernas da Filosofia da Ciência e da Tecnologia, a diferença entre esses dois reinos do conhecimento humano refere-se aos objetivos da ação (obtenção de conhecimento válido *versus* obtenção de soluções para problemas técnicos), e aos critérios de validação (verdade *versus* eficácia). Em relação aos métodos, a ciência e a pesquisa tecnológica têm vindo se tornando cada vez mais parecidas e interdependentes.

11.2. Descoberta, invenção, e inovação.

A economia de mercado dá incentivos para as firmas procurarem se diferenciar das demais, oferecendo ao consumidor produtos melhores e/ou mais baratos, ou ainda serviços de melhor qualidade. Sempre surgem produtos e serviços novos. Uns vem para ficar; outros, desaparecem depois de algum tempo. Alguns são completamente novos, seja no modo de funcionar, seja no tipo de serviços que prestam; outros são modificações superficiais do que existia anteriormente. Por fim, alguns produtos novos são revolucionários, no sentido de que transformam os padrões de produção e ou de consumo, criam hábitos novos no consumidor e abrem novas possibilidades de aplicações. Precisamos, portanto, de conceitos para por alguma ordem no campo de estudos.

Descoberta – é a revelação de algo (coisa e/ou processo) existente na natureza, mas desconhecido até então. A descoberta tem caráter científico. O pressuposto é que o objeto já existia na natureza, não se tratando de uma criação do cientista, que produz uma representação mental (uma teoria, por exemplo) do objeto ou fenômeno.³

Invenção – em português, a palavra pode se referir ao processo de criar algo novo, bem como ao resultado desse processo, tornado-se nesse caso sinônimo de invento.

A invenção é a criação de um objeto ou de um processo até então inexistente. Mais especificamente, aplica-se a palavra invenção somente a objetos passíveis de aplicação prática ou técnica, distinguindo-a da criação artística ou puramente intelectual (como no campo da matemática).

A legislação brasileira de proteção à propriedade intelectual, assim como as de outras jurisdições, distingue a **invenção** propriamente dita do **modelo de utilidade**. O modelo de utilidade refere-se a novas disposições, formas, ou usos dados a objetos conhecidos, como ferramentas, instrumentos de trabalho ou utensílios, com o propósito de aumentar ou desenvolver sua eficiência ou utilidade.

A invenção se define, portanto, em relação ao conjunto de artefatos e processos conhecidos. A legislação refere-se a esse conjunto como o **estado da técnica**. A lei reconhece que a invenção ou o modelo de utilidade é fruto de **atividade inventiva** “sempre que, para um técnico no assunto, não decorra de maneira evidente ou óbvia do estado da técnica”. Tanto a invenção

³ A concepção de que o objeto descoberto já existia na natureza independentemente do observador é simplista; ver Thomas S. Khun, A Estrutura das Revoluções Científicas, 7 ed. São Paulo: Perspectiva, 2003. 262 p., especialmente o capítulo 5.

quanto o modelo de utilidade precisam ter aplicação industrial, isto é, devem ser passíveis de reprodução por parte de quem tenha acesso aos recursos materiais e aos conhecimentos e habilidades necessários.

Invenção ou modelo de utilidade? - *Vassoura com Mangueira* - Ademir Ferreira, militar, de Porto Alegre/RS, desenvolveu uma vassoura com adaptador para mangueira, (Patente número=MU -7400611) que permite executar o ato de varrer e lavar ao mesmo tempo. Além de possuir um registro para controlar o fluxo e sempre que necessário diminuir ou aumentar a quantidade de água, o modelo permite que o usuário esteja afastado da fonte de alimentação de água. Também o invento propicia a acoplagem a recipientes com dissolução de produtos químicos de limpeza. O invento reduz drasticamente consumo de água, além de permitir a dupla ação de varrer e lavar.¹



Inovação – é uma invenção (ou modelo de utilidade) que se torna disponível em bases regulares para a sociedade. Nas sociedades de mercado, trata-se da introdução no mercado de um produto ou de um processo produtivo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado. Nessas sociedades, a invenção é disponibilizada para a sociedade por meio da transação de produtos e ou serviços oferecidos por firmas (empresas).

Enquanto a invenção é um processo de criação único, a inovação é uma atividade social continuada, conduzida em geral por firmas ou empresas. Além de aspectos tecnológicos, a inovação envolve a organização da produção na firma, a articulação da cadeia de suprimentos, bem como as atividades relacionadas à distribuição dos produtos. Muitas vezes, a inovação envolve também convencer alguém a comprar e ensinar a usar o novo produto.

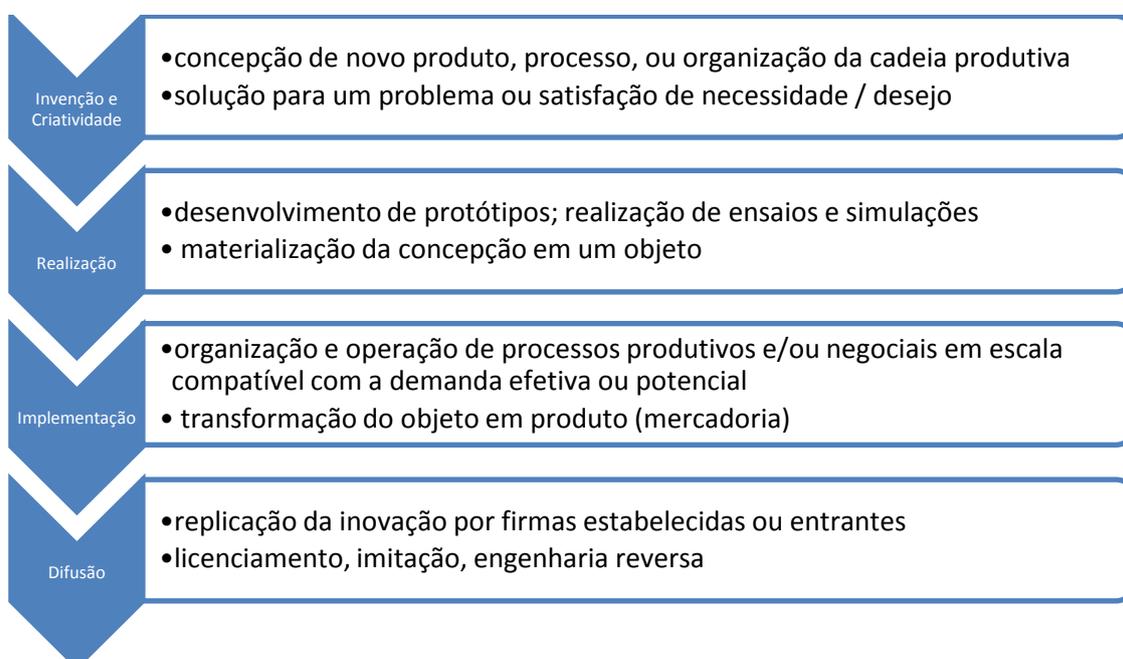


Figura 1 – Conceitos relacionados ao conceito de inovação

Inovação tecnológica “lato sensu”

Alguns autores e organizações, mesmo oficiais, definem a inovação de maneira pouco rigorosa, relaxando a exigência de novidade ou aprimoramento substancial de produtos e ou processos. Confunde-se assim a inovação com a difusão de tecnologia, o que é novo para a sociedade com o que é novo para a firma. Veja exemplos:

O que é a inovação tecnológica?

A grosso modo, inovação tecnológica é toda a novidade implantada pela empresa, por meio de pesquisas ou investimentos, que aumenta a eficiência do processo produtivo ou que implica em um novo ou aprimorado produto. Assim, muita coisa pode ser definida como inovação tecnológica. Essas inovações estão divididas basicamente entre produtos e processos.

Vamos ver alguns exemplos do que seria uma inovação tecnológica, segundo os critérios do Pintec:

- Introdução de novo produto ou variação de produto já existente. Por exemplo, numa indústria alimentícia, o lançamento de uma versão light ou diet de um produto;
- A implantação de código de barras em empresas que não usavam;
- Introdução de um determinado insumo que otimiza ou barateia determinada produção, no todo ou em parte;
- Adequação de produtos às exigências das leis e outras portarias reguladoras;
- Criação de um linha voltada para um segmento de mercado não explorado anteriormente. Por exemplo, uma indústria têxtil de artigos infantis que lança uma linha de roupas para adolescentes;
- Melhorias na logística de armazenamento, transporte e distribuição dos produtos;
- Aplicação de novos softwares que demande mudanças também no hardware ou otimiza a produção e/ou o produto.

Com os exemplos, é possível perceber que a inovação tecnológica deve estar ligada à implementação de produto e/ou processo novo (ou substancialmente aprimorado) para a empresa, **não sendo, necessariamente, novo para o mercado ou para o setor de atuação da empresa.**

<http://empresasefinancas.hsw.uol.com.br/inovacao-tecnologica1.htm> (ênfase acrescentada)

É importante ressaltar que a inovação se refere a produto e/ou processo novo (ou substancialmente aprimorado) para a empresa, não sendo, necessariamente, novo para o mercado de atuação. Esta inovação pode ter sido desenvolvida pela empresa ou ter sido adquirida de outra empresa/instituição que a desenvolveu.

<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/InstrucoesPINTEC2011.pdf>

A exigência mínima é que o produto ou processo deve ser novo (ou substancialmente melhorado) para a empresa (não precisa ser novo no mundo). OCDE (1997). Manual de Oslo - Proposta de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica

A identificação de uma inovação depende do conceito adotado⁴, mais amplo (como os exemplos no box) ou mais estreito (como na perspectiva macroeconômica), bem como de uma avaliação da novidade do produto ou processo. A novidade de uma inovação é uma questão de grau, mais do que de “ser ou não ser”: toda invenção parte de um acervo de técnicas e artefatos pré existentes, de modo que não há o novo absoluto, um artefato composto somente de elementos absolutamente desconhecidos até então.

Em vista do fato de a novidade não ser um atributo facilmente mensurável, é conveniente apelar para classificações amplamente adotadas das inovações.

Quanto ao objeto, as inovações podem ser de produto (novos bens e serviços, ou combinações de bens e serviços), de processo (novas técnicas, novos arranjos da linha de produção), ou organizacionais (marketing, modelo de negócio, organização da firma).

⁴ Que depende, por sua vez, dos objetivos da análise. A difusão de tecnologias conhecidas pode ter um efeito significativo sobre o crescimento econômico. A capacitação em tecnologias correntes pode ser uma etapa de um processo de internalização do desenvolvimento de novas tecnologias.

Quanto ao conteúdo inovativo, distinguem-se as **inovações radicais** das **inovações incrementais**. Inovações radicais revolucionam, e às vezes criam mercados, mudam costumes, alteram profundamente a maneira de se fazer as coisas. Inovações incrementais são aperfeiçoamentos ou melhorias de produtos, processos e organizações que existiam anteriormente.

11.3. Schumpeter e a “destruição criadora” (*creative destruction*)

Joseph Alois Schumpeter (1883 — 1950) é conhecido por sua contribuição para o entendimento das relações entre a inovação e o desenvolvimento econômico, bem como do papel do empresário. No livro *A Teoria do Desenvolvimento Econômico* (1911), Schumpeter afirma que o fenômeno fundamental do desenvolvimento econômico é a inovação. Desenvolvimento, para Schumpeter, não se confunde com o mero crescimento da economia decorrente da acumulação de capital e do crescimento demográfico. Produzir e consumir mais do mesmo não é desenvolvimento. O conceito de desenvolvimento também não se confunde com as adaptações a mudanças no ambiente externo ao sistema econômico, como mudanças espontâneas nas preferências dos consumidores. “Entenderemos por ‘desenvolvimento’ [...] apenas as mudanças da vida econômica que não lhe forem impostas de fora, mas que surjam de dentro, por sua própria iniciativa.”⁵

*Produzir significa combinar materiais e forças que estão ao nosso alcance [...] Produzir outras coisas, ou as mesmas coisas com método diferente, significa combinar diferentemente esses materiais e forças. Na medida em que as “novas combinações” podem, como tempo, originar-se das antigas por ajuste contínuo mediante pequenas etapas, há certamente mudança, possivelmente há crescimento, mas não um fenômeno novo nem um desenvolvimento em nosso sentido. Na medida em que não for este o caso, e em que as novas combinações aparecerem descontinuamente, então surge o fenômeno que caracteriza o desenvolvimento. Por motivo da conveniência de exposição, quando falarmos em novas combinações de meios produtivos, só estaremos nos referindo doravante ao último caso. O desenvolvimento, no sentido que lhe damos, é definido então pela realização de novas combinações.*⁶

Schumpeter listou, sem ser exaustivo, cinco casos de inovação: 1) Introdução de um novo bem ou de uma nova qualidade de um bem. 2) Introdução de um novo método de produção, ou seja, “que de modo algum precisa ser baseada numa descoberta cientificamente nova, e pode consistir também em nova maneira de manejar comercialmente uma mercadoria”. 3) Abertura de um novo mercado. 4) Conquista de uma nova fonte de oferta de matérias primas ou de bens semimanufaturados. 5) Estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria, como a criação ou destruição de um monopólio.

Como as inovações, ainda que apoiadas sobre o acervo técnico e científico de sua época, representam discontinuidades em relação ao passado, o estado da arte (estado da técnica) não é suficiente para explicar o surgimento da inovação. Para Schumpeter, a inovação é produto da ação do empresário. Muitos autores empregam a expressão “empresário schumpeteriano” para distinguir a definição dada por Schumpeter do significado corrente da palavra “empresário”.

⁵ Schumpeter, *Teoria do Desenvolvimento Econômico*. São Paulo: Nova Cultural, 1997. p. 74

⁶ Idem, p. 76

Para Schumpeter, o empresário é uma pessoa que desempenha um papel social determinado, não uma profissão. A “função do empresário é reformar ou revolucionar o sistema de produção através do uso de uma invenção ou, de maneira mais geral, de uma nova possibilidade tecnológica para a produção de uma nova mercadoria ou fabricação de uma antiga em forma moderna, através da abertura de novas fontes de suprimento de materiais, novos canais de distribuição, reorganização da indústria, e assim por diante”⁷. O papel do empresário é diferente do papel do administrador de empresas. Enquanto este último conduz as rotinas da firma, o empresário schumpeteriano cria novas combinações de recursos (inovações) que tem o poder de transformar um mercado ou mesmo toda a vida social. Uma mesma pessoa pode assumir o papel de empresário schumpeteriano apenas temporariamente, enquanto cria novos arranjos e rotinas, para depois viver como administrador, operando as rotinas estabelecidas por ele mesmo.

Schumpeter mostra-se menos preocupado com a novidade das inovações, do que com seus efeitos sobre a economia e sobre a sociedade, particularmente as rupturas e desequilíbrios induzidos por inovações. A noção de **destruição criadora** chama a atenção para os efeitos das inovações não apenas sobre as indústrias em que ocorrem, mas sobretudo em relação aos arranjos sociais que davam suporte à atividades revolucionadas pela inovação, bem como em relação às preferências e aos hábitos dos consumidores.

*[...] os itens do orçamento do operário, digamos de 1760 a 1940, não cresceram de maneira simples ao longo de linhas invariáveis, mas sofreram também um processo de transformação qualitativa. Similarmente, a história da aparelhagem produtiva de uma fazenda típica, desde os princípios da racionalização da rotação das colheitas, da lavra e da engorda do gado até a agricultura mecanizada dos nossos dias — juntamente com os silos e as estradas-de-ferro — é uma história de revoluções, como o é a história da indústria de ferro e aço, desde o forno de carvão vegetal até os tipos que hoje conhecemos, a história da produção da eletricidade, da roda acionada pela água à instalação moderna, ou a história dos meios de transporte, que se estende da antiga carruagem ao avião que hoje corta os céus. A abertura de novos mercados, estrangeiros e domésticos, e a organização da produção, da oficina do artesão a firmas, como a U.S. Steel, servem de exemplo do mesmo processo de mutação industrial — se é que podemos usar esse termo biológico — que revoluciona incessantemente a estrutura econômica a partir de dentro, destruindo incessantemente o antigo e criando elementos novos. Este processo de **destruição criadora** é básico para se entender o capitalismo. É dele que se constitui o capitalismo e a ele deve se adaptar toda a empresa capitalista para sobreviver.⁸*

Um exemplo do caráter destruidor da inovação é a introdução da estrada de ferro. “As estradas de ferro eram presumivelmente econômicas [...] quando comparadas com as despesas que o transporte por carruagem ou carroça, do mesmo número de passageiros e da mesma quantidade de mercadorias ...” A vantagem do transporte ferroviário sobre o transporte com tração animal era tão grande⁹, que as diligências não tinham condições de

⁷ Schumpeter, Capitalismo, Socialismo e Democracia. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1961 p. 166

⁸.Idem, p. 110

⁹ ... o novo não pode ser alcançado a partir do antigo mediante passos infinitesimais . Adicione sucessivamente quantas diligências quiser, com isso nunca terá uma estrada de ferro. Schumpeter, Teoria do Desenvolvimento Econômico. p. 69, nota

competir e foram excluídas do mercado. Ocorre que o transporte regular por diligências demandava um conjunto complexo de atividades de suporte, como a criação de animais de tração, a cultura de forragens para alimentar os cavalos, a manutenção de postos de troca e descanso dos cavalos, serviços de alimentação e alojamento dos viajantes, etc. Toda essa rede econômica e social foi desfeita pela ascensão irresistível das ferrovias.

O desenvolvimento econômico é, para Schumpeter, um processo de criação, de acumulação de capital e de conhecimento, mas, ao mesmo tempo, de destruição de capital previamente acumulado e de organizações e formas de vida.

11.4. A oferta de tecnologia

Schumpeter não se propõe a explicar como as invenções são produzidas. O surgimento de inventores e empresários é um dado, um fenômeno que ocorre espontaneamente. Uma resposta plausível para a questão de como são produzidas as invenções é simplesmente a capacidade de fazer. O inventor inventa porque está capacitado para tanto, seja pelo conhecimento teórico, pela prática, ou ainda, mais frequentemente, por uma combinação das duas coisas.

Herdamos linguagens, conhecimentos, técnicas, artefatos, e instituições; aprendemos como fazer determinadas tarefas, como devemos nos relacionar com outras pessoas, como usar o tempo livre. Em cada campo de atividade, aprendemos o que deve ser feito e o que deve ser evitado. Ao falar, estudar, produzir e interagir com outras pessoas, cada indivíduo vai reconstruir a herança recebida, combinando de maneira singular seus elementos. As tecnologias fazem parte da herança cultural e, ao serem postas em prática, modificam-se necessariamente.

Para um acervo historicamente delimitado de artefatos, técnicas e conhecimentos, há um conjunto finito de possibilidades de inovações. A qualquer momento, alguém trará à luz alguma dessas possibilidades. As técnicas e os artefatos tem sua genealogia.

Durante o Paleolítico Inferior (de cerca de 2,5 milhões de anos a.C. a 200 mil anos a.C.), vários grupos humanos desenvolveram instrumentos de pedra. A técnica básica consistia em tirar lascas de seixos batendo neles com pedras mais duras em ângulos apropriados, até deixar os seixos em formas apropriadas para cortar, raspar ou perfurar outros materiais, como osso, peles, e madeira, bem como para a confecção de armas. Não por acaso, o paleolítico inferior é conhecido como idade da pedra lascada

Os primeiros instrumentos apresentavam poucas clivagens, e eram trabalhadas apenas em uma das faces do seixo. Com o tempo, surgiram as bifaces, em que duas faces do seixo eram lascadas. Desenvolveram-se técnicas para extrair pequenas lascas, permitindo produzir uma multiplicidade de formas, e até mesmo serrilhados. As lascas menores eram obtidas pelo emprego de pedras percussoras menos duras; as pedras mais duras eram usadas para retirar lascas maiores. O desenvolvimento da tecnologia da pedra lascada propiciou o conhecimento prático sobre os vários tipos de rochas encontradas no ambiente.

A descoberta da técnica de lascar pedras abriu caminho para a confecção de instrumentos cada vez mais sofisticados, o que, por sua vez, aumentou a habilidade e o conhecimento prático sobre os materiais. Ao buscar uma solução para problemas novos relativos a triturar, cortar, ou perfurar, é muito provável que o homem do paleolítico pensasse em instrumentos

de pedra lascada. A solução bem sucedida de um problema constitui um modelo ou padrão para a busca de novas soluções para problemas semelhantes.

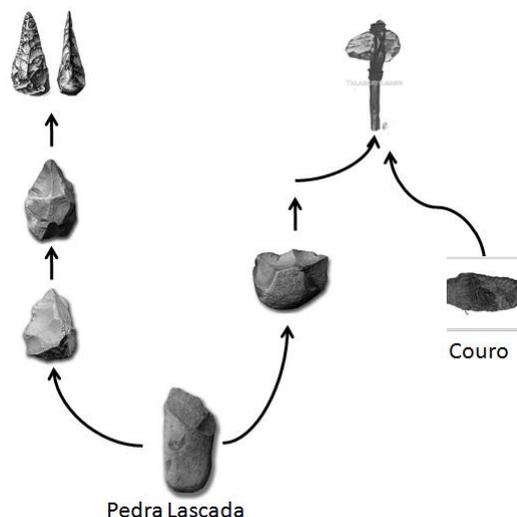


Figura 2 – Trajetórias no paradigma tecnológico da pedra lascada

As soluções arquetípicas de problemas técnicos formam a base do **paradigma tecnológico**¹⁰. O paradigma envolve modelos ou padrões para a solução de problemas selecionados (é pouco provável que o homem do neolítico lascasse pedras com o objetivo de curar doenças, mas não pensasse em outra coisa quando seu objetivo era transformar os produtos da caça e da coleta em objetos úteis). O paradigma define um campo de busca, uma aposta sobre o que deve funcionar e sobre o que provavelmente não funcionará. O paradigma sugere onde procurar a solução para problemas, mas não quaisquer problemas, apenas os que se ajustam ao paradigma. Sugere também que instrumentos são adequados para a busca. Nesse sentido, o paradigma tecnológico desempenha um papel seletivo e direcionador na atividade de solucionar problemas.

A replicação continuada da solução paradigmática define uma **trajetória tecnológica**. No exemplo da pedra lascada, a trajetória foi a busca de técnicas para produzir lascas cada vez menores, permitindo maior controle do artesão sobre a forma do objeto trabalhado, chegando ao refinamento de se produzirem lâminas e serras.

O aperfeiçoamento dos instrumentos de pedra lascada possivelmente aumentou as possibilidades do uso do couro, permitindo cortes mais precisos. A confecção de tiras de couro deve ter contribuído para a diversificação do vestuário e de utensílios de couro, mas também abriu caminho para a produção de machados de pedra com cabo de madeira, que combinava técnicas provenientes de diferentes matrizes.

Nem sempre uma trajetória tecnológica avança continuamente. Às vezes, ela desemboca em um beco sem saída, em que não há mais possibilidades de desenvolvimento, ou a trajetória é interrompida pela emergência de um novo paradigma. A metalurgia no período Neolítico

¹⁰ Dosi, G. Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy* 11 (1982) p. 147-162.

tornou sem sentido a procura por instrumentos de pedra melhores, assim como a estrada de ferro no século XIX deixaria para trás o tempo das diligências.

Nas primeiras décadas do século XIV, os europeus começaram a utilizar canhões na guerra.¹¹ Eram na verdade bombardas, de cano curto, que lançavam projéteis de pedra ou de metal. Podiam ser construídas em bronze fundido ou ferro forjado. Como as peças de bronze eram mais resistentes e não enferrujavam, os canhões de bronze tornaram-se a primeira opção, apesar de mais caros. Os fabricantes de sinos adaptaram-se rapidamente à nova indústria, pois a técnica de fundição do bronze era a mesma.

A função das bombardas era basicamente a de derrubar fortificações nos cercos. Para aumentar a potência, o tamanho dos canhões foi aumentando. Por serem peças pesadas e de pouca mobilidade, além de demandarem muito tempo para serem recarregadas, não eram muito úteis em campo aberto. Com dezesseis bombardas enormes, os castelhanos saíram derrotados da batalha de Aljubarrota (1385), vencida pelos portugueses, que não dispunham de artilharia. Carlos VIII surpreendeu os italianos (1494) com peças de artilharia ligeira, puxadas por cavalos e capazes de atirar em intervalos curtos.¹² Ao final do século XV, essa trajetória tecnológica (bombardas grandes e pesadas) foi abandonada, em favor de canhões mais leves e de maior mobilidade.

O paradigma tradicional do melhoramento genético consiste na seleção para a reprodução de indivíduos portadores de alguma característica fenotípica de interesse. Dentro desse paradigma, é possível caminhar em várias trajetórias distintas: aumento do peso do indivíduo, aumento de partes do corpo de interesse econômico, precocidade reprodutiva, etc. À transgenia corresponde outro paradigma tecnológico, com estratégias, técnicas e instrumentos distintos dos empregados no melhoramento genético tradicional.

Na concepção segundo a qual o desenvolvimento tecnológico é empurrado pela oferta (***technology supply push***), as mudanças tecnológicas são direcionadas pelos produtores de tecnologia, como, por exemplo, indústrias de máquinas e equipamentos (caso das embalagens Tetra Pak), grandes empresas da indústria farmacêutica, eletroeletrônica, etc.

11.5. A demanda de tecnologia

A versão *technology push* do desenvolvimento enfatiza a capacitação para desenvolver novas tecnologias, mas não explica porque os agentes econômicos adotam ou deixam de adotar determinadas tecnologias. A versão que ressalta o papel da demanda no desenvolvimento tecnológico (***technology demand pull***) vê nos preços relativos de insumos e produtos um forte direcionador do desenvolvimento tecnológico. A busca por tecnologias novas seria orientada para economizar fatores de produção ou insumos escassos, e, portanto, caros, intensificando o uso de fatores abundantes e baratos.

Haveria mais incentivo para adotar a Vassoura com Mangueira em situações em que o preço da água e o custo de oportunidade do trabalho fossem relativamente elevados¹³. Se a água for

¹¹ Cipolla, Carlo M. Canhões e velas na primeira fase da expansão européia (1400-1700). Lisboa: Gradiva, 1989.

¹² Idem, p. 27.

¹³ Se o preço da água fosse muito elevado, os agentes prefeririam tecnologias que dispensassem a água ou utilizassem quantidades muito pequenas.

barata e a pessoa que desempenha as tarefas domésticas não tiver boas alternativas para empregar seu tempo, o incentivo para mudar a forma de lavar o piso será pequeno, induzindo as famílias a não fazerem o investimento no novo equipamento.

De acordo com Hayami e Ruttan¹⁴, “a mudança técnica é guiada com eficiência pelos sinais que o mercado emite através dos preços, desde que esses preços transmitam de fato as mudanças na oferta e na demanda de produtos e fatores e que exista uma interação efetiva entre agricultores, instituições públicas de pesquisa e indústrias produtoras de insumos e equipamentos agrícolas”. Os autores estudaram a história da modernização agrícola nos Estados Unidos e no Japão. Nos Estados Unidos, a abundância de terra e a escassez de trabalho induziram o desenvolvimento de tecnologias poupadoras de trabalho e intensivas no uso da terra; no Japão, ao contrário, as tecnologias agrícolas desenvolvidas eram poupadoras de terra, isto é, tinham como efeito o aumento da produtividade da terra, e intensivas em trabalho. Nos Estados Unidos, a mecanização e os defensivos agrícolas, poupadores de trabalho, concentraram o esforço da pesquisa agropecuária; no Japão, foram inovações de natureza biológica e da química da fertilização do solo, que permitiram o aumento da produção por unidade de área.

Um ponto crucial do modelo de inovações induzidas de Hayami e Ruttan é a transmissão dos sinais de mercado para o sistema de pesquisa agropecuária. A escassez de fatores e insumos é refletida nos preços de mercado que afetam o produtor rural. O problema é como o produtor vai sinalizar para o sistema de pesquisa sua demanda por tecnologias poupadoras de fatores escassos, isto é, redutoras de custos. Se os mercados de insumos e implementos agrícolas fossem competitivos, a concorrência nessas indústrias acabaria por trazer à luz as tecnologias demandadas pelos produtores rurais. Contudo, muitas vezes as indústrias de insumos e implementos agrícolas transferem tecnologias desenvolvidas em contextos econômicos dos países de origem. A pesquisa agropecuária, por sua vez, é empreendida por instituições públicas que nem sempre se guiam pelos sinais de mercado.

11.6. Inovações organizacionais

A competitividade de algumas indústrias e de algumas regiões do globo não se explica somente pela adoção de tecnologias capazes de aumentar significativamente a produtividade dos fatores, mas pela organização da cadeia produtiva. Os mecanismos de governança das transações entre agentes, isto é, as formas de controle e incentivos gerados pelos relacionamentos econômicos, são invenções humanas que podem reconfigurar radicalmente mercados e indústrias.

Governar a transação significa incentivar o comportamento desejado e, ao mesmo tempo, conseguir monitorá-lo. Essa governança pode ser obtida por meio do sistema de preços, quando o produto tem baixa especificidade e é ofertado por vários produtores. Caso contrário, a governança adequada pode exigir a elaboração de contratos onde ficam pré-definidos instrumentos de incentivo e controle, tais como multas, auditorias ou prêmios por resultado. Dito de outra forma, estratégias competitivas dependem de estruturas de governança apropriadas para que possam ser bem sucedidas. É essa coordenação que permite à empresa

¹⁴ Hayami Y & Ruttan V W. Agricultural development: an international perspective. Baltimore, MD: Johns Hopkins Press, 1985. p. 88

receber, processar, difundir e utilizar informações de modo a definir e viabilizar estratégias competitivas, reagir a mudanças no meio ambiente ou aproveitar oportunidades de lucro.¹⁵

Nos sistemas agroindustriais de aves e suínos, uma inovação organizacional que contribuiu decisivamente para o desempenho das empresas do setor foi o contrato de integração. Os contratos de integração estabelecem obrigações para a agroindústria (fornecer, conforme o caso, reprodutores, leitões, pintos de um dia; rações; medicamentos e outros insumos; assistência técnica; transporte de insumos e produtos) e para o produtor rural (fornecer mão de obra familiar ou contratada, responsabilizando-se pelos encargos trabalhistas; prover água e energia; prover instalações e equipamentos; responsabilizar-se pelo manejo; compromisso de seguir as orientações técnicas). Há contratos que prevêm a compra e venda de animais terminados, enquanto em outros o agricultor recebe animais e insumos em comodato, sendo remunerado pelo serviço prestado. Essa forma de relacionamento entre agroindústrias e produtores rurais permitiu ganhos de escala no processamento das carnes, sem perda do controle da qualidade (genética, arraçamento, medicação, etc.) dos animais recebidos. Para o produtor rural, o contrato de integração reduz o risco e permite a transferência de tecnologia, além de estar associado com o acesso ao crédito de custeio e investimento¹⁶.

A venda de porta em porta, ou venda direta, não é uma novidade. Mas a utilização desse canal de vendas em novos setores pode se transformar em importante inovação organizacional. O fundador da Avon, o vendedor de livros David H. McConnell, criou uma fragrância de rosas para dar de brinde a quem se dispusesse a recebê-lo para uma apresentação das obras à venda. O perfume fez mais sucesso que os livros e, em 1886, McConnell começou um novo negócio em um espaço comparável a uma cozinha doméstica. Florence Albee foi a primeira Revendedora Avon. Durante seis meses, percorreu várias cidades, de trem e a cavalo, quando começou a convidar outras mulheres para o negócio. Em 1914 a Avon abriu um escritório em Montreal, no Canadá, e em 1928 já estava presente em 48 estados norte americanos¹⁷.

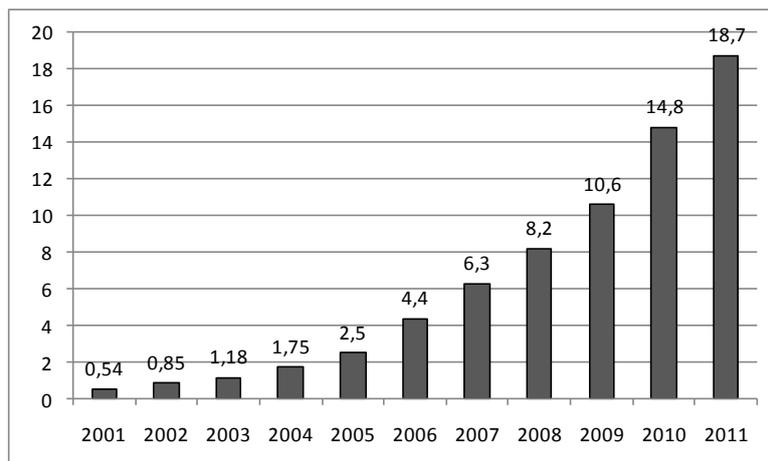
A cada segundo, 29 frasquinhos de Yakult são consumidos no Brasil. A conta é esta mesma. Diariamente são vendidos no País 2,5 milhões de unidades da bebida, que consegue ser mais consumida que o popularíssimo Big Mac, do McDonald's. Tantas lactobacilos – as bactérias vivas que fazem parte da fórmula do Yakult – garantem ao País o terceiro lugar no ranking da multinacional japonesa. A operação brasileira perde apenas para as do Japão e Coréia do Sul. Paula Pacheco. Yakult vira o sabor. Isto É – Dinheiro (139) 26.04.200

O comércio eletrônico (*e-commerce*) é uma inovação organizacional que já mostra grande impacto, com crescimento médio de 38% ao ano na última década (Gráfico 1). A tecnologia da informação foi utilizada para substituir o trabalho no ponto de venda que consiste em prover informação ao cliente, processar o pedido e o pagamento, para então entregar o bem.

¹⁵ FARINA, E.M.M.Q., AZEVEDO, P.F.de, SAES, M. S. M. Competitividade: Mercado, Estado e Organizações. São Paulo: Ed. Singular, 1997

¹⁶ Crédito de custeio se destina a cobrir as despesas habituais do ciclo produtivo, desde a compra de insumos até a obtenção do produto final. Crédito de investimento é destinado a financiar bens de consumo duráveis e edificações.

¹⁷ <http://www.casodesucesso.com/?conteudoid=48> Originalmente, a empresa chamava-se California Perfume Company. O nome Avon surgiu para uma linha de produtos de 1929, como uma homenagem a Shakespeare, nascido em Stratford-on-Avon.



Fonte: <http://www.e-commerce.org.br/stats.php> (acesso em 23.07.2012)

Gráfico 1 – Faturamento do comércio eletrônico no Brasil – R\$ bilhões correntes

11.7. A tecnologia como produto

Na teoria neoclássica da produção, a tecnologia é exógena, ou seja, sua origem é exterior ao modelo. Alguns autores comparam com ironia a tecnologia no modelo neoclássico ao “maná”¹⁸ que, caído do céu, alimenta o povo. Para Schumpeter, a inovação tecnológica ou organizacional ocorria espontaneamente, trazida ao mundo pelo empresário, tal como esse autor o concebia.

Há, de fato, uma dificuldade para tratar a tecnologia como um bem ou um serviço qualquer. Tratando-se basicamente de informação, a tecnologia apresenta um custo, frequentemente alto, para ser produzida, mas, uma vez produzida, ela pode ser utilizada indefinidamente a custo zero. Por isso, firmas tomadoras de preços (como nos mercados em concorrência perfeita ou próximos dela) não teriam incentivos para incorrer nos custos fixos de produção da tecnologia e produzir algo que teria preço zero¹⁹. É possível que nem todos os agentes da economia tenham a capacitação necessária para desenvolver um desenho de produto ou um programa de computador, mas, uma vez desenvolvidos, esses produtos podem ser usados e reproduzidos por praticamente qualquer um.

Se houver barreiras legais (como patentes) ou “naturais” (como segredos industriais, curvas de aprendizado, ou conhecimento tácito) à livre apropriação da nova tecnologia é possível que investimentos em pesquisa e desenvolvimento sejam economicamente viáveis para a firma. Nesse caso, a tecnologia pode ser pensada como produto de um tipo específico de investimento. A produção de novas tecnologias demanda trabalho especializado, equipamentos, laboratórios, testes, etc. e é uma atividade de risco: ainda que existam

¹⁸ E quando o orvalho se levantou, eis que sobre a face do deserto estava uma coisa miúda, redonda, miúda como a geada sobre a terra. E, vendo-a os filhos de Israel, disseram uns aos outros: Que é isto? Porque não sabiam o que era. Disse-lhes pois Moisés: Este é o pão que o SENHOR vos deu para comer. Êxodo 16:14-15 E chamou a casa de Israel o seu nome maná; e era como semente de coentro branco, e o seu sabor como bolos de mel. Êxodo 16:31

¹⁹ Lembrando: em concorrência, a firma tomadora de preços maximiza o lucro ao escolher a quantidade produzida para a qual o preço é igual ao custo marginal.

métodos de desenvolvimento de produtos e processos, o risco de insucesso é alto, comparado ao de atividades corriqueiras. Assim, o retorno esperado dos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento deve ser elevado o suficiente para compensar o risco, além de remunerar adequadamente os recursos mobilizados.

Romer²⁰ explorou uma família de modelos em que o desenvolvimento tecnológico é endógeno, no sentido de que a acumulação de conhecimento e seus efeitos sobre o produto dependem de seus valores prévios. O que se segue é uma versão simplificada de um modelo de desenvolvimento tecnológico endógeno.

As variáveis do modelo são: trabalho (L), capital (K), tecnologia (A), e produto (Y). A fração a_L da força de trabalho e a fração a_K do capital são empregadas em atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). O resto do capital e da força de trabalho é empregado na produção de bens.

O produto da economia é dado por:

$$Y(t) = [(1 - a_K)K(t)]^\alpha [A(t)(1 - a_L)L(t)]^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1$$

O nível de produto depende do estoque de capital e da força de trabalho dedicados à produção de bens e serviços correntes, e da capacitação da força de trabalho decorrente do acesso ao estoque de conhecimento.

O crescimento do estoque de conhecimento depende, por sua vez, do capital e da força de trabalho engajados em atividades de P&D. O conhecimento é produzido por meio de conhecimento previamente existente e de trabalho e capital alocados em P&D. A “função de produção” de conhecimento ou novas idéias é

$$\frac{dA}{dt} = B[a_K K(t)]^\beta [a_L L(t)]^\gamma A(t)^\theta, \quad B > 0, \quad \beta \geq 0, \quad \gamma \geq 0$$

O efeito do estoque existente de conhecimento sobre o sucesso dos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento pode operar em qualquer direção. De um lado, as descobertas passadas podem fornecer idéias e ferramentas que tornam as novas descobertas mais fáceis. Por outro lado, as descobertas mais fáceis ou mais óbvias são produzidas em primeiro lugar, tornando novas descobertas mais difíceis e custosas.²¹ Assim, o parâmetro θ pode ser maior, menor ou igual a 1, conforme os rendimentos do conhecimento acumulado sejam crescentes, decrescentes ou constantes.

Um aspecto relevante do modelo é que a alocação de pessoas e recursos materiais em P&D reduz o produto de curto prazo, pois o P&D e a produção corrente competem pelos mesmos recursos. Em contrapartida, baixos níveis de investimento em P&D comprometem o crescimento futuro.

Supondo que a atividade de P&D tenha retornos constantes de escala ($\beta + \gamma = 1$), a trajetória do produto por trabalhador vai depender do parâmetro θ , que capta os efeitos da acumulação de conhecimento sobre os retornos da atividade de P&D. Com $\theta < 1$, o crescimento do produto

²⁰ Romer, D. *Advanced Macroeconomics*. 3.ed. McGraw-Hill, 2006. (capítulo 3)

²¹ Idem, p.102.

por trabalhador aproxima-se assintoticamente de um limite superior, com perda de dinamismo da economia.

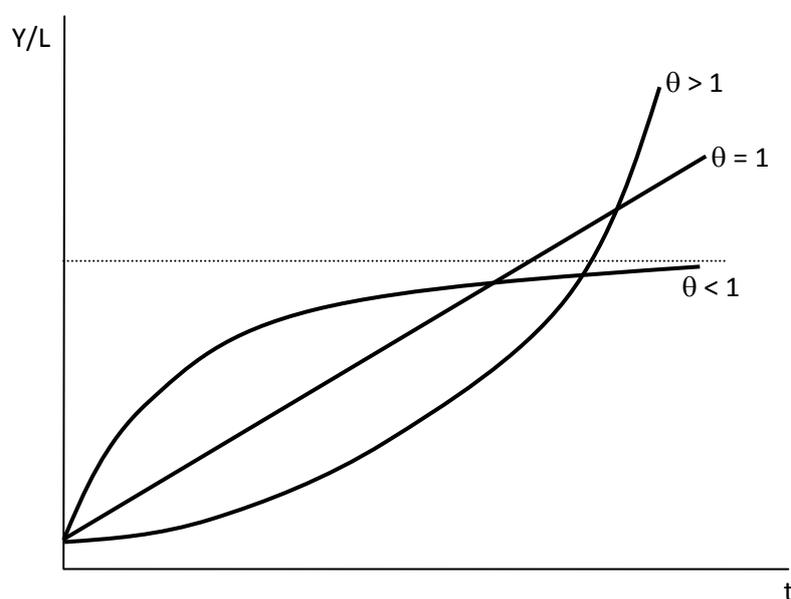


Gráfico 2 – Trajetórias do crescimento do produto por trabalhador, de acordo com os rendimentos do conhecimento acumulado nas atividades de P&D

O modelo de desenvolvimento tecnológico endógeno poderia traduzir a concepção schumpeteriana de ciclo econômico em termos da variação do parâmetro θ ao longo do ciclo. Na *Teoria do Desenvolvimento Econômico*, capítulo VI, Schumpeter propõe uma explicação interna para os ciclos econômicos, que revela semelhanças com o modelo de Romer. As inovações não aparecem regularmente no tempo, como se fossem geradas por processos aleatórios independentes. As inovações aparecem de forma descontínua, e quando o fazem, os empresários aparecem em grupos, aos magotes.

O aparecimento de um ou de poucos empresários facilita o aparecimento de outro, e estes provocam o aparecimento de mais outros, em número sempre crescente. [...] o aparecimento de empresários em grupos, que é a única causa do boom, tem sobre o sistema econômico um efeito qualitativamente diferente do de um aparecimento contínuo, distribuído uniformemente no tempo. [...] o tempo médio que deve ocorrer antes que os novos produtos apareçam [...] explica fundamentalmente a duração do boom.

Combinando os efeitos dinâmicos da acumulação de conhecimento com a noção de paradigmas tecnológicos, é possível encontrar uma explicação para os ciclos econômicos enraizados no “lado real” da economia. Quando uma inovação radical instaura um novo paradigma tecnológico, os efeitos das realizações no novo paradigma tendem a ser intensos. Nos termos do modelo, θ é maior do que um. À medida que as possibilidades abertas pelo paradigma emergente vão sendo exploradas e exauridas, diminui a produtividade do estoque acumulado de conhecimentos. O valor de θ cai, abaixo da unidade. No período de consolidação de um novo paradigma tecnológico, o produto por trabalhador cresce a taxas elevadas. Ao longo do tempo, os problemas remanescentes são de difícil solução no paradigma vigente e o conhecimento acumulado não ajuda tanto. As taxas de crescimento do produto por trabalhador declinam, até a estagnação.