

Capítulo 2

Inovação

2.1.

Conceitos de inovação

Este capítulo visa a contribuir com elementos úteis para identificação do papel da inovação para a competitividade e desenvolvimento das organizações e setores industriais. Levando-se em conta esta intenção, serão discutidos conceitos e taxonomias de inovação, além da evolução do processo de geração e difusão das inovações. Ao longo da pesquisa, este entendimento será relevante para que sejam buscadas as devidas correlações e observadas possíveis aplicações na indústria de construção naval, alvo da aplicação da metodologia proposta no estudo.

Na introdução do livro “Gestão da Inovação – A Economia da Tecnologia no Brasil”, o Prof. Paulo Tigre (2006) não só reforça como amplia a perspectiva que associa a competitividade ao conceito de inovação, afirmando que:

“A inovação tecnológica constitui uma ferramenta essencial para aumentar a produtividade e a competitividade das organizações, assim como para impulsionar o desenvolvimento de regiões e países. O desenvolvimento não deriva de um mero crescimento das atividades econômicas existentes, mas reside fundamentalmente em um processo qualitativo de transformação da estrutura produtiva no sentido de incorporar novos produtos e processos e agregar valor à produção por meio da intensificação do uso da informação e do conhecimento. [...] O desenvolvimento [portanto] depende essencialmente de transformações que gerem empregos mais qualificados, criem novas formas de organização, atendam a novas necessidades dos consumidores e melhorem a própria forma de viver” (TIGRE, 2006: VII).

Das considerações de Tigre, até se chegar às premissas de inter-relação, interação e aprendizagem entre diversos agentes e instituições, observadas nas abordagens relacionadas aos mecanismos para geração e difusão de inovações (Freeman, 1987; Dosi *et alli*, 1988; Lundvall, 1992; Edquist, 1997; Nelson & Rosenberg, 1993, entre outros), prevaletentes na atual economia do aprendizado¹ (JOHNSON & LUNDVALL, 2005), algumas teorias foram formuladas ao longo

¹ O termo “economia do aprendizado”, proposto por Lundvall (1996), reflete a dinâmica interacional do processo de inovação. Ao longo da discussão a expressão será utilizada como terminologia similar à “nova economia”, “economia empreendedora” ou “economia do conhecimento”.

dos anos visando a uma melhor compreensão do fenômeno, bem como a identificação de seus principais atores e impactos relacionados.

Antes, porém, de uma imersão sobre a evolução dos processos e mecanismos orientados à geração e difusão de inovações, é relevante uma discussão prévia acerca do desenvolvimento da terminologia inovação.

Segundo Tigre (1997), a ocorrência de períodos de prosperidade e recessão mundial a cada 40 ou 50 anos tem excitado a curiosidade daqueles que lidam com a questão do desenvolvimento econômico. O descobrimento destas “ondas longas” é creditado ao economista russo Nicolai Kondratiev que, em 1926, publicou estudos sobre o crescimento econômico capitalista em ciclos com duração aproximada de meio século. Cada um destes ciclos estaria associado a um conjunto de indústrias e produtos dominantes, que percorreram quatro fases distintas e bem definidas: recuperação, expansão, recessão e depressão.

Anos mais tarde, em 1939, o austríaco naturalizado americano Joseph Schumpeter interpretou os períodos de prosperidade de Kondratiev, como coincidentes com a difusão de inovações-chave no sistema produtivo. Schumpeter acreditava que o sucesso de empresários inovadores em capturar lucros monopolistas derivados do pioneirismo na introdução de novos produtos e processos seria logo imitado por outros empreendedores. Assim, ao reproduzirem as inovações bem sucedidas, os empresários-imitadores gerariam uma onda de investimentos capaz de ativar a economia, criar novos empregos e gerar prosperidade (TIGRE, 1997).

De acordo com Tigre, para Schumpeter, à medida que as inovações se difundem e seu consumo se generaliza, há uma tendência de redução das margens de lucro e geração de capacidade ociosa. Conseqüentemente, o investimento se retrai, as empresas reduzem custos, demitem mão-de-obra e a economia entra em recessão.

“A alternância entre recessão e prosperidade não dependeria apenas do surgimento de inovações, mas da criação de condições institucionais adequadas para sua difusão. Neste entre meio ocorre a chamada ‘destruição criativa’ [*creative gales of destruction*] onde as velhas estruturas são sucateadas para permitir um novo ciclo de crescimento” (TIGRE, 1997: 1).

Salavisa (1991) apresenta argumentos aderentes aos de Tigre, afirmando que a interação entre a emergência de novas tecnologias e as mudanças nos padrões econômicos e sociais pode ser compreendida, sob a perspectiva de

Schumpeter, como um processo de destruição criativa. Numa primeira análise, esta afirmação parece trivial: as novas tecnologias são perturbadoras e muitas vezes substituem as antigas. Em um nível mais abstrato de análise, as implicações das novas tecnologias são mais abrangentes. O impacto é muitas vezes sentido não apenas como uma substituição das velhas tecnologias pelas novas, mas traz consigo oportunidades a novas empresas e dificuldades a empresas existentes, torna obsoletas algumas ocupações e promove mudanças na estrutura do emprego. Por outro lado – destaca a autora – nem todos os avanços tecnológicos são perturbadores ao ponto de alterarem significativamente as condições econômicas e sociais (SALAVISA, 1991).

Para Lundvall (2005), mencionar as contribuições de Schumpeter para a compreensão fenomenológica da inovação representa uma tradição quase unânime da literatura. No entendimento do autor, a inovação pode ser compreendida como *novas combinações*, sendo distinta da *invenção* pelo aspecto da comercialização ao mercado. Estas novas combinações podem ser: [a.] novos produtos; [b.] novos processos; [c.] novas matérias-primas; [d.] novas formas de organização, e/ ou; [e.] novos clientes. Ludvall ressalta, entretanto, que apesar do caráter didático da listagem apresentada, em termos práticos, considerações de inovações híbridas, envolvendo combinações entre categorias, observam-se como mais eficientes.

Assim como Lundvall, Longo (2005) também considera relevante se fazer, preliminarmente, uma distinção entre os termos invenção e inovação. Segundo o autor, na terminologia da propriedade industrial, a *invenção* usualmente significa a solução para um problema tecnológico, considerada nova e suscetível de utilização. Longo destaca que a invenção representa apenas um estágio do desenvolvimento no qual é produzida uma nova idéia, desenho ou modelo para um novo, ou melhor, produto, processo ou sistema, cujos efeitos podem ficar restritos ao âmbito do laboratório onde foi originada.

Seguindo as premissas similares às de Longo e Lundvall, Tigre (2006) também propõe diferenciações semânticas entre os termos invenção e inovação. Para Tigre, a invenção se refere à criação de um processo, técnica ou produto inédito, podendo ser divulgada através de artigos técnicos e científicos, registrada em forma de patente, visualizada e simulada através de protótipos e plantas piloto sem, contudo, ter uma aplicação comercial efetiva. Na visão do autor, este último

ponto é o principal aspecto que diferencia a invenção da inovação – que demanda efetiva aplicação prática.

Para Longo (2005), a inovação significa a solução de um problema, tecnológico, utilizada pela primeira vez, compreendendo a introdução de um novo produto ou processo no mercado em escala comercial tendo, em geral, positivas repercussões sócio-econômicas.

Segundo o Manual de Oslo, da OECD (2006):

“Uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas” (OECD, 2006: 55).

O Manual de Oslo, assim como Longo e Tigre, presume o fato da implementação como preponderante para a caracterização da inovação. Um produto novo (ou melhorado) é implementado quando introduzido no mercado. Novos processos, métodos de marketing e métodos organizacionais são implementados quando eles são efetivamente utilizados nas operações das empresas (OECD, 2006).

Já Nelson & Rosenberg (1993) enxergam no termo inovação um sentido muito amplo. Para os autores, “a inovação engloba o processo pelo qual as firmas criam e colocam em prática produtos, projetos e processos de manufatura [...]” (NELSON & ROSENBERG, 1993: 3). Esta definição se refere ao processo de mudança tecnológica orientada à introdução e comercialização de novos produtos e processos produtivos (definição restrita de inovação) e suas difusões na economia.

Para Edquist (2001), as inovações são novas criações de significado econômico, normalmente realizadas por empresas (ou, por indivíduos). As criações de sentido econômico podem ser inéditas, mas são mais freqüentemente observadas novas combinações de elementos existentes.

Lundvall (1992) propõe uma definição mais ampla da terminologia, enfatizando que a inovação representa o produto de um processo de aprendizagem economicamente mais útil que somente o conhecimento acumulado. Na definição de Lundvall, a aprendizagem é vista como um processo complexo que envolve tanto a criação de um novo conhecimento, quanto a novas combinações do

conhecimento existente. Dessa forma, a aprendizagem é reconhecida pelo autor como um processo fundamentalmente interativo e cumulativo.

Enquanto as definições de inovação assumida por Longo (2005), Tigre (2006) e Nelson & Rosenberg (1993) se referem, prioritariamente, ao processo de mudança técnica, as definições de Lundvall (1992), Edquist (2001) e OECD (2006) são mais gerais e abrangem também o processo de aprendizagem organizacional e institucional.

Lundvall (2005) considera que é importante haver uma distinção entre as mudanças técnica e organizacional, por duas razões. Primeiro, por que a forma como a economia e a sociedade está organizada tem um impacto significativo sobre como a inovação é introduzida. Segundo, a partir desta distinção é possível se relacionar a inovação técnica ao desempenho econômico.

De forma similar à Ludvall, Edquist (2001) indica que a ‘tradição acadêmica’ está assentada em iniciar as discussões sobre inovação com base, prioritariamente, nas mudanças técnicas e não na inovação, em sentido mais geral. O autor destaca ainda que apesar de a literatura tratar prioritariamente das inovações tecnológicas, boa parte dos trabalhos fazem referências, implicitamente, aos processos de inovação organizacional.

Edquist argumenta que diferentes tipos de inovação podem vir a ter diferentes determinantes. Por exemplo, indica que o processo de inovações organizacionais possui determinantes distintos em relação aos tecnológicos e ainda se comparado a outros produtos inovadores. Por isso, para o autor, é recomendado segmentar os diferentes tipos de inovações em categorias, desenvolvendo uma taxonomia.

2.2.

Taxonomias de inovação

Para Edquist (2001) propor uma categorização de inovação representa uma atividade complexa e passível de inobservância de certos aspectos. Em sua proposta taxonômica, o autor analisa a inovação sob dois prismas distintos: o do processo e do produto (conforme indica a Figura 03).

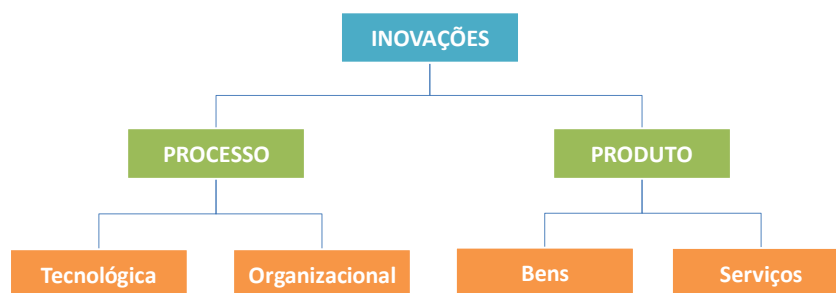


Figura 03 – Taxonomia de Inovação

Fonte – Edquist (2001: 7)

Nesta taxonomia, somente *Bens* e *Processos Tecnológicos* são materiais. Inovações relacionadas aos *Processos Organizacionais* e a *Serviços* são intangíveis. Para Edquist (2001) é fundamental que inovações intangíveis sejam levadas em consideração, considerando-se que são dimensões cada vez mais relevantes para o crescimento econômico e geração de empregos.

Segundo Edquist (2001), as inovações de produto são os principais mecanismos por trás das estruturas produtivas. Portanto, não é apropriado ignorar as inovações de produto conforme feito, recorrentemente, na perspectiva dos economistas. Os processos de inovação tecnológica certamente não são os únicos relevantes para o crescimento econômico e a geração de emprego. Embora inovações de produtos sejam cruciais para mudanças nas estruturas produtivas, não se deve reduzir a importância de inovações de processo, uma vez que estas últimas são necessárias para a competitividade de todas as empresas, em todos os países, setores e regiões (EDQUIST, 2001: 8).

O Manual de Oslo apresenta a definição de inovação de produto, como:

“Uma inovação de produto é a introdução de um bem ou serviço novo (ou significativamente melhorado) no que concerne a suas características ou usos previstos. Incluem-se melhoramentos significativos em especificações técnicas, componentes e materiais, softwares incorporados, facilidade de uso ou outras características funcionais” (OECD, 2006: 57).

Em relação à inovação de processo, consta no referido documento a seguinte definição:

“Uma inovação de processo é a implementação de um método de produção ou distribuição novo ou significativamente melhorado. Incluem-se mudanças significativas em técnicas, equipamentos e/ou softwares. [Estas inovações] podem visar reduzir custos de produção ou de distribuição, melhorar a qualidade, ou ainda produzir ou distribuir produtos novos ou significativamente melhorados” (OECD, 2006: 58-59).

Apesar de relevante para a compreensão de distintas possibilidades afeitas à inovação, Edquist reconhece que outras taxonomias desenvolvidas podem ser úteis e complementares à proposta apresentada.

A este respeito, Bessant (1991) apresenta um *continuum* intitulado pelo autor de “espectro de inovações” que diferencia as mudanças tecnológicas em termos de ao grau de novidade e extensão das mudanças em relação ao que havia antes, conforme ilustra a Figura 04.



Figura 04 – Espectro de Inovações

Fonte: Adaptado de Bessant (1991)

Para Bessant (1991), as inovações tecnológicas podem ser diferenciadas, segundo sua complexidade, em quatro categorias distintas, a saber:

- Inovações incrementais;
- Inovações radicais;
- Novo sistema tecnológico, e;
- Novo paradigma técnico econômico.

Segundo Bessant, as inovações incrementais (ou ‘de segunda ordem’) são frutos de melhorias e modificações do dia-a-dia. De acordo com Longo (2005), podem ser classificadas como inovações incrementais, aquelas que melhoram produtos ou processos, sem alterá-los na sua essência (i.e. a evolução do automóvel). Para Edquist & Riddell (2000), tratam-se de pequenas mudanças contínuas com impacto incremental. Tigre (2006) afirma que as inovações incrementais representam o nível mais elementar e gradual das mudanças tecnológicas, abrangendo, entre outras possibilidades: melhorias no projeto e na qualidade de produtos; novos arranjos logísticos e organizacionais e aperfeiçoamento de *layout* e processos. Tigre acrescenta que este tipo de inovação não deriva, necessariamente, de atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), sendo comumente resultante do processo de aprendizado interno e capacitação acumulada.

As inovações radicais (também conhecidas como ‘de ruptura’ ou ‘de primeira ordem’), na concepção de Bessant (1991), representam saltos de

descontinuidade nas tecnologias de produtos ou processos. Na percepção de Longo (2005), são chamadas de inovações de ruptura aquelas que representam um salto tecnológico e que mudam as características dos setores produtivos nos quais são utilizadas (i.e. o laser, o transistor). Edquist & Riddell (2000) consideram se tratar de inovações aquelas que promovem descontinuidade em uma determinada apropriação tecnológica. Para Tigre (2006), a mudança tecnológica é considerada radial quando rompe as trajetórias existentes, inaugurando uma nova rota tecnológica. Na visão do autor, este tipo de inovação é fruto de atividades de P&D e tem um caráter descontínuo no tempo e nos setores.

Segundo Tigre, em contraposição à inovação incremental, a inovação radical promove uma ruptura tecnológica, promovendo um salto de produtividade e iniciando uma nova trajetória tecnológica incremental, conforme ilustra a Figura 05.

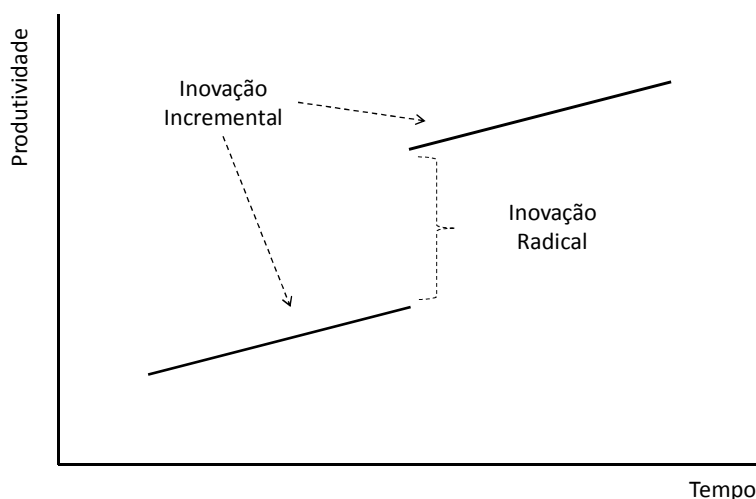


Figura 05 – Inovação Incremental e Inovação Radical

Fonte – Tigre (2006: 75)

O novo sistema tecnológico é entendido por Bessant (1991) como a ampliação do alcance de mudanças tecnológicas, afetando mais de um setor ou dando origem a novos setores. Já para Tigre (2006), a mudança no sistema tecnológico é acompanhada de mudanças organizacionais tanto no interior da firma quanto em sua relação com o mercado. Para o autor, a internet pode ser considerada um bom exemplo de mudança no sistema tecnológico, na medida em que vem alterando as formas de comunicação e criando novas áreas de atividade econômica.

Para Bessant (1991), novo paradigma técnico-econômico é caracterizado por deslocamentos tecnológicos acentuados, provenientes de inovações, que afetam toda economia, envolvendo mudanças técnicas e organizacionais, alterações nos produtos e processos existentes e criação de novas indústrias, além do estabelecimento de um novo regime dominante por várias décadas. Edquist & Riddell (2000) caracterizam este fenômeno como oriundo de uma ampla alteração (não só tecnológica, como social e econômica) concernente à proposta usual de determinada tecnologia. Tigre (2006) afirma que estas revoluções não ocorrem com frequência, mas sua influência é acentuada e duradoura. O autor complementa que um paradigma não é apenas técnico, pois necessita de mutações organizacionais e institucionais para se consolidar.

Assim, no âmbito de um paradigma, a inovação ocorre à medida que as tecnologias centrais se tornam cada vez mais difundidas e influenciam domínios cada vez mais vastos da produção e distribuição. Quando ocorre um avanço tecnológico de grande impacto, perturbando as tecnologias centrais existentes e as formas dominantes de organização econômica, surge então um novo paradigma técnico-econômico. A substituição das tecnologias centrais do paradigma antigo cria uma nova onda de invenções e inovações e já não está mais ligado às tecnologias centrais do paradigma anterior (FREEMAN & PEREZ, 1988).

A emergência de uma nova tecnologia central exige, e cria oportunidades para o aparecimento de um novo conjunto de pequenas e progressivas inovações que permite a utilização generalizada das novas tecnologias centrais. Assim, quando uma mudança ocorre num paradigma técnico-econômico tem-se não apenas um “efeito de substituição”, mas também uma expansão da fronteira criativa que permite a emergência de novas tecnologias e, finalmente, uma nova mudança para outro paradigma técnico-econômico.

Segundo Bessant:

“[Os paradigmas técnico-econômicos] envolvem não somente mudanças na tecnologia, mas também nos tecidos social e econômico nos quais elas estão localizadas. Estas ‘revoluções’ não ocorrem frequentemente, mas sua influência é penetrante e duradoura” (BESSANT, 1991: 4).

De acordo com Perez (1983), para além dos fatores puramente tecnológicos e econômicos, os modelos sociais e institucionais que se enquadram num certo paradigma técnico-econômico podem não ser adequados a um novo. De

fato, o processo de emergência de um novo paradigma técnico-econômico resulta da interação das esferas tecnológicas, econômicas, institucionais e sociais. A ocorrência da introdução de uma só tecnologia pode não ter qualquer efeito se o conjunto de mudanças nas outras dimensões não acompanhar as novidades tecnológicas.

É possível que um determinado conjunto de instituições e características sociais forneça contextos suficientes à inovação tendo em conta um paradigma definido; em outras palavras, não é necessário criar instituições e regras sociais ao mesmo ritmo que os progressos de inovações tecnológicas. Mas quando existe uma mudança no paradigma técnico-econômico, pode ser necessário um novo quadro institucional – ou o reverso (FREEMAN & PEREZ, 1988).

2.3.

O Modelo Linear de Inovação (*The Linear Approach*)

Após a análise sobre o desenvolvimento do conceito de inovação e suas possibilidades de classificação, cabe uma discussão sobre a evolução acerca dos processos pelo quais se dá a inovação. A discussão proposta tem início neste Capítulo, com a apresentação de duas abordagens: o Modelo Linear de Inovação (perspectiva endógena da inovação) e o Modelo de Ligações em Cadeia (que inaugura a perspectiva interativa da inovação). No próximo Capítulo, a Abordagem dos Sistemas de Inovação será discutida separadamente, dado que os objetivos desta Tese estão alinhados às bases desta teoria.

Observa-se que, com maior intensidade a partir de meados da década de 1980, as bases sobre as quais o processo de inovação estava calcado foram alteradas substancialmente. Até então, percebia-se na linearidade de um modelo amadurecido pela prática dos produtores de tecnologia (Figura 06) o principal padrão a ser perseguido para a geração de inovações.

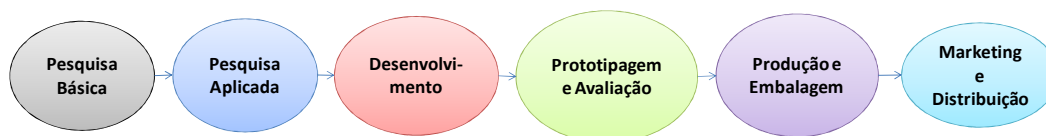


Figura 06 – Estágios e processos na inovação tecnológica sob o prisma dos produtores

Fonte – NSF (1983)

O padrão supracitado se refere ao Modelo Linear de inovação, descrito primeiramente no relatório *Science, the endless frontier*, elaborado por Vanevar Bush (1945). De acordo com a publicação *Science and Engineering Indicators*, do National Science Foundation (1996), Bush utilizou essa construção linear como argumento para explicar e justificar a expansão do investimento do Governo Americano no apoio à pesquisa científica.

A simplicidade do modelo proposto contribuiu para sua rápida popularização entre os desenvolvedores de políticas públicas, estabelecendo à época um novo paradigma de política científica e tecnológica, adotado pela maioria dos países industrializados como padrão dominante de geração e difusão de inovações, até a década de 1980.

Na visão de Price & Bass (1969), a abordagem linear (*linear approach*) representa um processo ordenado começando com a descoberta de novos conhecimentos, passando por várias fases de desenvolvimento e, eventualmente, emergindo como uma forma viável, ao término do processo.

Nessa perspectiva linear, a mudança técnica é compreendida como uma sequência de estágios, em que novos conhecimentos advindos da pesquisa científica levam a processos de invenção, seguidos por atividades de pesquisa aplicada e desenvolvimento tecnológico resultando, ao final da cadeia, na introdução de produtos e/ ou processos comercializáveis. A Figura 07 ilustra este processo linear.

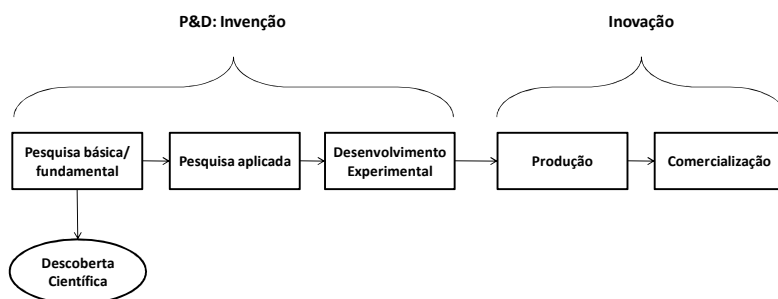


Figura 07 – O Modelo Linear de Inovação

Fonte – Marques & Abrunhosa (2005)

As políticas científicas e tecnológicas das décadas de 50 e 60 se baseavam no investimento maciço em pesquisa científica com expectativa de resultados correspondentes ao final da cadeia. Esta abordagem é conhecida como *science push* (empurradas pela ciência). Analogamente, as políticas que emergiram nas duas décadas seguintes, mantinham a concepção linear da dinâmica de inovação,

invertendo apenas o sentido da cadeia. Ou seja, na perspectiva *demand pull* (puxadas pela demanda), as demandas e o mercado influenciariam a direção e a velocidade da mudança técnica, sinalizando os caminhos onde os investimentos deveriam ser realizados na fronteira das possibilidades técnicas (CONDE & ARAÚJO-JORGE, 2003; CASSIOLATO & LASTRES, 2005).

Ainda em relação à perspectiva linear, paralelamente aos produtores de inovações, observa-se a co-existência de usuários. Para os últimos, a geração interna de tecnologia não é fator relevante à sua permanência no mercado. No caso destes agentes econômicos, a agilidade e a flexibilidade organizacional para identificar e responder às condições impostas pela competição são mais importantes do que a busca de novas soluções tecnológicas em si. A Figura 08 ilustra o processo de identificação e internalização de novas tecnologias na perspectiva dos usuários.



Figura 08 – Estágios dos usuários para a identificação e internalização de tecnologias
Fonte – NSF (1983)

A Figura 09 ilustra a inter-relação entre desenvolvedores (produtores ou reveladores) e usuários de tecnologia, ampliando a perspectiva linear do processo de inovação, desde a geração, passando pela difusão, até a aquisição (ou transferência) da tecnologia de terceiros.

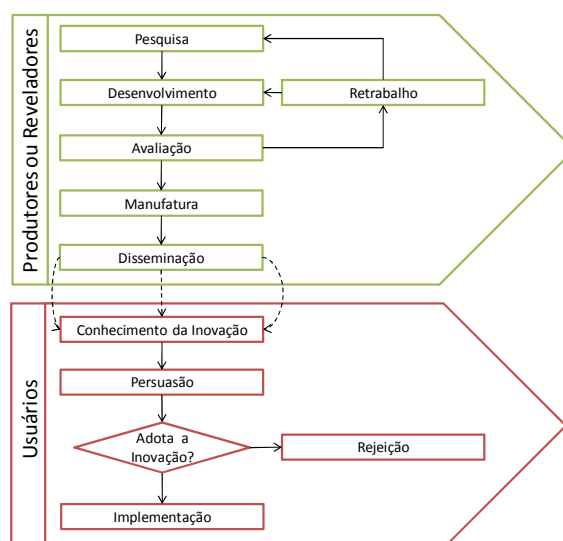


Figura 09 – Ampliação da perspectiva linear do processo de inovação
Fonte – Krücken-Pereira *et alli* (2001)

2.3.1.

Críticas ao Modelo Linear de Inovação

Para Sirilli (1998 *apud* Conde & Araújo-Jorge, 2003), o Modelo Linear apóia-se excessivamente na pesquisa científica como inspiração para novas tecnologias, além de implicar uma abordagem seqüencial e ‘tecnocrática’ do processo. Além disso, inspira uma visão de inovação tecnológica baseada, prioritariamente, na construção de artefatos e desenvolvimento de conhecimentos específicos relacionados a produtos e processos.

O processo linear baseia-se, portanto, em uma perspectiva hermética à firma (sistema fechado), negligenciando as atividades externas de P&D ao considerar a inovação tecnológica como um ato de produção em detrimento a um processo social contínuo que envolve uma gama de atividades inter-relacionadas, como: gestão; aprendizagem; coordenação; negociação; desenvolvimento de novos produtos; identificação de demandas de usuários; incorporação de competências; gestão financeira; entre outros elementos.

Conde & Araújo-Jorge (2003) sinalizam ainda que o Modelo Linear desprivilegia a complexidade do processo de inovação. Assim, os investimentos em P&D não levariam, necessariamente, ao desenvolvimento tecnológico, nem ao êxito econômico do uso da tecnologia.

Em outras palavras, a perspectiva linear concebe na previsibilidade e na endogenia de práticas bem definidas pelos produtores, os principais caminhos para a geração de invenções e introdução de inovações na economia. Neste caso, a perspectiva sistêmica do processo é sub-considerada, sendo a geração interna de tecnologia um dos principais fatores determinantes a competitividade da firma.

Mascarenhas & David (2002), Marques & Abrunhosa (2005) e Cassiolato & Lastres (2007) destacam ainda algumas outras lacunas relacionadas ao Modelo Linear de Inovação:

- Falta de *feedback*.
- Entende a ciência, e não o projeto, como processo central.
- Subvaloriza a experiência acumulada no nível processual.
- A noção de que a inovação é inicializada por meio da pesquisa é equivocada em boa parte dos casos.

- Quando a ciência inexiste em determinada área do conhecimento, ainda assim é possível o desenvolvimento de inovações.
- Limita a perspectiva dos processos de inovação.
- Não contempla a incerteza e o risco como fatores inerentes à inovação.

2.4.

Perspectivas Interativas da Inovação

As limitações evidenciadas pelo Modelo Linear reforçavam a emergência para o surgimento de abordagens não-lineares ou interativas, capazes de contemplar os numerosos relacionamentos entre ciência, tecnologia e o processo de inovação, em todas as fases. Além disso, a necessidade de compreensão e formulação de políticas nacionais relacionadas à inovação impôs a criação de novos ou o ajuste de modelos que refletissem melhor a realidade.

Assim, a partir de meados da década de 1980, com grande influência dos estudos de Kline e Rosemberg, o Modelo Linear foi duramente criticado, sendo desenvolvidas novas abordagens.

Em particular, nesta Tese discutir-se-ão apenas duas abordagens interativas: o Modelo de Ligações em Cadeia (*The Chain-Linked Model*) e os Sistemas de Inovação (*Innovation Systems*). O primeiro modelo será analisado, tendo em vista ter sido a primeira abordagem a analisar a inovação enquanto processo complexo e interativo. Ainda em relação ao Modelo de Ligações em Cadeia, cumpre destacar o seu papel inspirador às abordagens vindouras.

Conforme sinalizado no tópico ‘Organização da Pesquisa’ (Capítulo 1), a discussão sobre Sistemas de Inovação se dará no Capítulo 3, dada a abrangência, relevância e nível de profundidade requeridos para o cumprimento dos objetivos deste estudo.

Apesar de reconhecidamente contributivas sob o prisma teórico, por questões de opção metodológica e de escopo, não serão tratadas neste estudo outras abordagens interativa do processo de inovação como: Triângulo de Sábato²; Triple Helix Theory³ e The Mode 2⁴.

² O Triangulo de Sábato é um modelo de política científico-tecnológica proposto por Jorge Alberto Sabato que postula que para que realmente exista um sistema científico-tecnológico é necessário que o Estado (como desenvolvedor e executor da política), as Universidades e Centros de Pesquisa

2.4.1.

Modelo de Ligações em Cadeia (*The Chain-Linked Model*)

Os estudos de Kline (1985) e Kline & Rosenberg (1986) introduziram um modelo interativo e não-linear da inovação, combinando inter-relacionamentos no interior da empresa; entre as empresas individuais (conhecimento técnico), e; destas com o sistema de ciência e tecnologia (pesquisa) em que operam. Esta abordagem acerca do processo de inovação foi denominada como Modelo de Ligações em Cadeia (*Chain-Linked Model*).

O Modelo Interativo ou Modelo de Ligações em Cadeia percebe a inovação como um processo complexo de interações entre os agentes envolvidos nas diferentes etapas, e entre estes e as universidades, os laboratórios e o mercado. Neste modelo, as atividades de inovação determinam e são determinadas pelo mercado.

Kline & Rosenberg (1986) propuseram o processo de inovação do Modelo de Ligações em Cadeia a partir da descrição de cinco diferentes percursos (também identificados na literatura como *vias* ou *caminhos*) existentes entre seus elementos constitutivos e no relacionamento entre pesquisa, invenção, inovação e produção. Os cinco percursos descritos no Modelo como profícuos à inovação incluem, conforme ilustra a Figura 10⁵:

(como desenvolvedores da infra-estrutura científico-tecnológica e de oferta de tecnologia) e o setor produtivo (como demandante dessa tecnologia), estejam intimamente relacionados.

³ O principal ponto relacionado à Triple Helix Theory diz respeito ao papel transformador da universidade na sociedade – a universidade do futuro, sobretudo em regiões que apresentem vocações específicas. Os impactos apresentados pela Universidade são maiores ou menores dependendo da capacidade de interação entre o Estado e Empresas, no que concerne à sua pré-disposição/ articulação para o desenvolvimento de inovações (ETZKOWITZ & LEYDESDORFF, 1996).

⁴ Para Gibbons *et alli* (1994) uma nova forma de produção de conhecimento emerge na economia capitalista a partir de meados do século 20. Essa nova forma encontra-se associada a uma abordagem orientada ao contexto, focada no problema e baseada na interdisciplinaridade. Adicionalmente, abrange equipes multidisciplinares alocadas por um curto período de tempo, na resolução de problemas específicos do mundo real. Para Gibbons *et alli* (1994) batizaram esse processo como Modo 2 de produção do conhecimento, distinguindo-o da pesquisa tradicional que foi denominada de “modo 1” por estar assentada numa perspectiva essencialmente acadêmica, iniciada/ provocada por um pesquisador e baseada em uma lógica disciplinar.

⁵ **Legenda:** *C*: cadeia central de inovação; *f*: efeitos de *feedback* ou de retroação entre fases adjacentes; *F*: efeito particularmente importante de retroação entre necessidades do mercado e usuários e as fases a montante do processo de inovação; *D*: ligação direta entre a pesquisa e a fase inicial da invenção ou concepção do projeto analítico; *M*: apoio à pesquisa científica por meio de instrumentos, máquinas, ferramentas e procedimentos da tecnologia; *S*: apoio à ciência através de programas públicos de pesquisa, orientados a responder às necessidades da sociedade/ mercado; *K* – *R*: ligações bilaterais entre conhecimento (*K*) e pesquisa (*R*).

- i. Cadeia central de inovação;
- ii. Retroação (*feedback*);
- iii. Conexões da pesquisa ao conhecimento (técnico);
- iv. Conexões diretas entre pesquisa e inovação;
- v. Conexões diretas entre produtos e pesquisa.

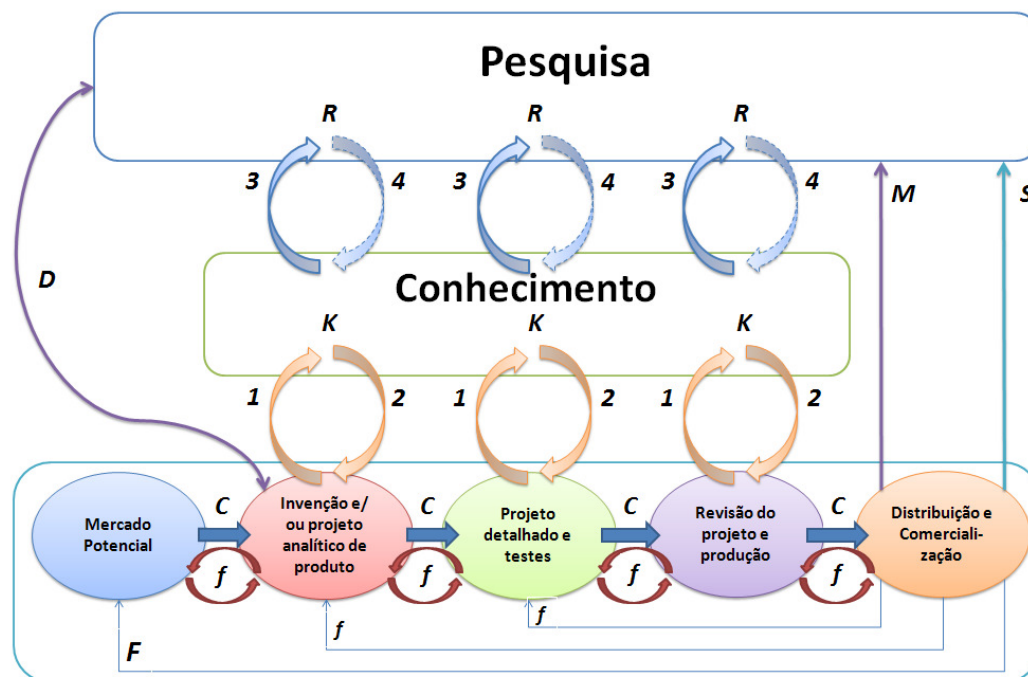


Figura 10 – Modelo de Ligações em Cadeia (*The Chain-Linked Model*)

Fonte – Adaptado de Marques & Abrunhosa (2005)

i. No Modelo de Ligações em Cadeia, a primeira (e, quiçá, principal) via a ser percorrida em direção à inovação é a *Cadeia Central de Inovação* (representada pelas ligações **C**). Para Kline & Rosenberg (1986), é a demanda do mercado que dispara o processo para a geração de uma invenção (um novo conceito) ou de um projeto analítico de produto (reorganização de conhecimentos pré-existent). Após estas definições preliminares, dá-se início às fases de desenvolvimento (detalhamento do projeto; testes; levantamento de requisitos; novo projeto), de produção e de comercialização. Esta cadeia central remete ao Modelo Linear, embora, nesta perspectiva, a inovação tenha o mercado como ponto de partida e de chegada.

ii. A segunda via de inovação revela-se através da existência, entre todas as fases da cadeia central, de efeitos de *feedback* ou retroação (ligações **f** e **F**). Tais efeitos implicam a interligação entre as atividades de especificação do

produto e de desenvolvimento e os processos de produção e de comercialização (MARQUES & ABRUNHOSA, 2005).

iii. O terceiro percurso pró-inovação, identificado no *Chain-Linked Model*, resulta das múltiplas ligações entre a cadeia central (**C**), os domínios do conhecimento acumulado ao longo do tempo (**K**), e a pesquisa ou conhecimento novo (**R**). Em geral, a empresa inova utilizando os conhecimentos acumulados ao longo do tempo (ligações 1 e 2). Quando se verifica um novo desafio ou oportunidade no processo de inovação, recorre-se primeiro ao estoque de conhecimento disponível (ligação 1).

Se as respostas obtidas, frutos desta primeira interação, não forem satisfatórias, recorre-se à pesquisa (ligação 3). Cumpre destacar que pode ser mais difícil obter uma solução através da pesquisa⁶ do que por meio da utilização do estoque de conhecimento técnico existente. Deste modo, o retorno da pesquisa para a aplicação prática nem sempre se dá de forma satisfatória (levando-se em consideração, por exemplo: barreiras técnicas, formacionais, dialógicas e relacionais) o que faz com que a ligação 4 esteja identificada de forma descontínua no *Chain-Linked Model*.

Assim, conforme pode ser observado, de forma contrária às premissas da Abordagem Linear, a ligação da ciência à inovação não se faz somente (ou preponderantemente) no início do processo de inovação, mas ao longo de toda a Cadeia Central (**C**), à medida das necessidades. Estas ligações ao longo da Cadeia Central (**C**), entre os elementos desta cadeia e a ciência e o conhecimento disponível, permitiram dar ao modelo o nome de “Modelo de Ligações em Cadeia”.

iv. O quarto percurso representa o avanço do conhecimento científico na origem das inovações radicais (**D**). Conforme discutido no tópico “Taxonomias da Inovação”, estas inovações radicais são raras, mas, quando ocorrem, provocam mudanças que, geralmente, se encontram na origem de novas indústrias.

iv. A quinta via (**M**) representa o *feedback* dos produtos da inovação (máquinas, instrumentos e procedimentos tecnológicos) para a ciência.

⁶ Dada a complexidade inerente ao processo de geração de conhecimento científico, envolvendo: mão-de-obra específica e altamente qualificada; elevados investimentos; tempo de geração de resultados; experiência para verificação de consistência e potencial de produção, entre outros fatores.

Para Marques & Abrunhosa (2005), o Modelo de Ligações em Cadeia permite reavaliar a importância da ciência e da pesquisa no processo de inovação, atribuindo às empresas uma posição central neste processo. Além disso, considera que é o projeto, e não a pesquisa, que está na origem da maioria das inovações.

O *Chain-Linked Model* dá ênfase aos efeitos de retroação entre as fases do Modelo Linear anteriormente descrito, bem como às numerosas interações que, em cada fase do processo de inovação, se estabelecem entre: as empresas inovadoras e outras empresas (concorrentes e fornecedores), ou entre as primeiras e os usuários industriais, os consumidores finais (VON HIPPEL, 1988) e as organizações do sistema educativo e do sistema científico e tecnológico. Considera-se ainda, neste quadro analítico, que as atividades de inovação influenciam e são influenciadas pelo mercado, conforme já mencionado.

O modelo descrito procura, assim, representar o processo de inovação das empresas, cuja capacidade de inovação reside nelas próprias. O modo como este processo se desencadeia e desenvolve é, contudo, diverso.

Para Marques & Abrunhosa (2005):

“[...] qualquer modelo que descreva a inovação como um processo simples e unívoco, ou atribua a sua origem a uma única fonte, distorcerá [...] a realidade. Em termos de implicações de política de inovação [...] pode sublinhar-se desde já que esta política, na sua aceção [ampla], deve integrar várias políticas parcelares (de I&D, de educação, industrial, etc.) que, no quadro do modelo linear, ou não existem como políticas de inovação propriamente ditas ou têm uma existência separada” (MARQUES & ABRUNHOSA, 2005: 19).

No Quadro 03 encontram-se consolidados os principais pontos de divergência observados entre a premissa linear e a abordagem interativa – representada pelo Modelo de Relações em Cadeia.

DIMENSÕES	ABORDAGEM	
	LINEAR	INTERATIVA
Perspectiva da Inovação	Um ato de produção	Um processo social
Processo de Inovação	Seqüencial e Tecnocrático	Não-Previsível e Complexo
Lócus da Inovação	Intrafirma	Empresa + Mercado + C&T
Perspectiva em relação ao mercado	<i>Technology Push</i>	<i>Technology Pull</i>
Aprendizagem	Desprivilegiada	Fator Preponderante

Quadro 03 – Síntese comparativa entre as abordagens linear e interativa de inovação

2.5.

Sumário Conclusivo do Capítulo 2

No Capítulo 2 podem ser encontrados alguns dos conceitos-chave que serão, recorrentemente, citados ao longo do estudo, como: inovação e processos

de geração e difusão das inovações. Destaca-se que a compreensão da distinção entre de produtores e usuários de tecnologias é uma questão central, em termos metodológicos, para uma análise do perfil competitivo da indústria brasileira de construção naval.

Finalmente, neste Capítulo pode-se observar evolução das premissas relacionadas à inovação, saindo de uma concepção endógena e linear, para uma perspectiva interativa, envolvendo uma série de atores sociais. Contribuição adicional pode ser encontrada no quadro comparativo que sintetiza as principais distinções entre as abordagens linear e interativa.

No Capítulo 3 as discussões serão aprofundadas as discussões afeitas à perspectiva interativa, através do estudo dos Sistemas de Inovação.