
Conceitos em Ciência, Tecnologia e Inovação

RELACIONAMENTO ENTRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

São muitas e complementares as possíveis definições para a ciência e a tecnologia. Uma das mais respeitadas é a proposta pela Unesco que diz: “a ciência é o conjunto de conhecimentos organizado sobre os mecanismos de causalidade dos fatos observáveis, obtidos através do estudo objetivo dos fenômenos empíricos”; enquanto “a tecnologia é o conjunto de conhecimentos científicos ou empíricos diretamente aplicáveis à produção ou melhoria de bens ou serviços”.¹¹⁶

A ciência está intimamente ligada ao conhecimento dos fenômenos, à comprovação de teorias etc., enquanto a

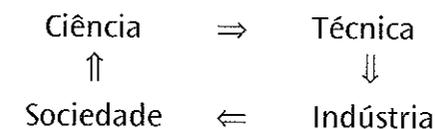
tecnologia está associada a impactos sócioeconômicos sobre uma comunidade, resultante da aplicação de novos materiais, novos processos de fabricação, novos métodos e novos produtos nos meios de produção. A ciência, embora influa sobre a comunidade, não tem por escopo impactos sociais e econômicos, ao passo que a tecnologia fica destituída de sentido se não estiver sintonizada com as preocupações econômicas e o bem-estar de uma sociedade.^{113,p.50}

A ciência está normalmente associada à publicação de artigos, teses, livros, tratados etc., e os conhecimentos por ela criados são livremente veiculados, por serem considerados patrimônio da civilização e não objetos de propriedade particular, enquanto a tecnologia é sistematicamente vinculada a um produto ou processo, de natureza privada, passível de ser negociado e enquadrado por patentes.^{113,p.51}

O crescimento dos conhecimentos científicos foi maculado pelo seu próprio sucesso logo no início do século XX, “ao verificar-se não ser mais possível continuar a manter o mito da neutralidade da ciência: o impacto na sociedade de algumas das suas aplicações bélicas não deixava lugar para dúvidas”.^{12,p.91}

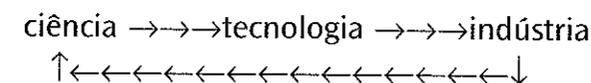
Ciência e tecnologia não são neutras, pois refletem as contradições das sociedades que as engendram, tanto em suas organizações como em suas aplicações. Na realidade, são formas de poder e de dominação entre grupos humanos e de controle da natureza.⁵¹

Do ponto de vista epistemológico, é impossível isolar a noção de tecnologia ou *techné*, porque existe uma relação que vai da ciência à técnica, da técnica à indústria, da indústria à sociedade, da sociedade à ciência etc., em que a técnica aparece como um momento desse circuito.^{64,p.56}



Nesse circuito, há também o efeito da retroação em que cada termo retroage sobre o precedente, ou seja, a indústria retroage sobre a técnica e orienta-a, a técnica retroage sobre a ciência e orienta-a. Portanto, o primeiro problema é evitar o isolamento do termo *techné*. Em vez de isolamento o termo tecnologia, deve-se, isto sim, ligá-lo a um macroconceito que reagrupe, em constelação, outros conceitos.^{64,p.56}

Já não se pode separar o conceito de tecnologia dos conceitos de ciência e de indústria, e este é um conceito circular porque, no fundo, todos sabem que um dos maiores problemas da civilização ocidental está justamente no circuito representado a seguir em que a sociedade evolui e se transforma.^{64,p.56}



Tecnologia pode ser definida como um acervo de conhecimentos de uma sociedade (como a ciência), entretanto, relaciona esse acervo de conhecimentos com as artes industriais.⁶²

A tecnologia fundamenta-se nos métodos e conhecimentos científicos, compreendendo o domínio dos materiais e processos, úteis para a solução de problemas técnicos e para a fabricação de produtos.⁷⁰

Quanto à sua disponibilidade, a tecnologia pode ser classificada como: materializada, documentada ou imaterial.^{56,p.15}

Tecnologia materializada são os equipamentos utilizados nos processos produtivos, os artefatos que constituem os produtos finais com um determinado conjunto de atributos como, por exemplo, funcionalidade, qualidade, durabilidade, preço, confiança ou design e que podem ser utilizados imediatamente. Incluem-se aí os softwares.

A tecnologia documentada é aquela que surge sob a forma de documentação, quaisquer documentos que descrevam e expliquem a solução de problemas, ou seja, manuais, plantas, *layouts*, memórias descritivas, livros técnicos, revistas especializadas, páginas na Internet etc. “A tecnologia documentada é relativamente menos imediata, em termos de aquisição e uso, em relação à tecnologia materializada, pois requer algum esforço de absorção por parte do utilizador”.^{56,p.16}

Tecnologia imaterial diz respeito ao conjunto de conhecimentos teóricos e práticos (experiência acumulada na resolução de problemas) necessários para conceber, fabricar e utilizar bens e serviços. Esses conhecimentos normalmente não são explícitos e não estão livremente disponíveis. “A tecnologia imaterial é em grande parte adquirida através da formação inerente ao exercício da aplicação do conhecimento”.^{56,p.17}

O Quadro 2.1 sistematiza as noções de tecnologia materializada, documentada e imaterial, quanto ao seu grau de disponibilidade.

Quadro 2.1

TECNOLOGIA: DIMENSÕES E DISPONIBILIDADE

| Dimensões | DISPONIBILIDADE | |
|---------------|--|--|
| | Imediata | Não-imediata |
| Materializada | Uso imediato | Adaptabilidade |
| Documentada | Manuais, livros, revistas, publicações da especialidade | Protegida por patentes e direitos intelectuais |
| Imaterial | Acesso/recurso a pessoas e equipes com experiência no domínio em causa | Implícita ou tácita, requer esforço de formação ou assimilação |

Fonte: Laranja; Simões & Fontes.^{56,p.15}

A técnica e a tecnologia são domínios cognitivos mais próximos da ação, ambas têm relação com o “saber fazer”. Entretanto, pode-se definir a técnica como “saber fazer” tácito e a tecnologia como “saber fazer” explícito.^{12,p.44}

Outra definição aceita de tecnologia considera um conjunto de peças de conhecimento, quer sejam peças diretamente práticas (relacionadas com problemas concretos), quer sejam teóricas (mas praticamente aplicáveis, embora não haja a necessidade de já terem sido aplicadas), *know-how*, métodos, procedimentos, experiências de sucesso e de fracassos e também, é claro, estruturas físicas e equipamentos. As estruturas físicas existentes incorporam, por assim dizer, o que já foi conseguido no desenvolvimento de uma tecnologia em uma atividade de solução de problema específico. Ao mesmo tempo, uma parte não incorporada de tecnologia consiste em competência particular, experiência de tentativas

anteriores e soluções tecnológicas passadas, junto com o conhecimento e o que já foi conseguido no estado da arte. A tecnologia inclui a percepção de um conjunto limitado de alternativas tecnológicas possíveis e de futuros desenvolvimentos assumidos como atuais.²⁵

Essa definição é muito interessante porque a distância conceitual entre ela e os atributos da ciência, como são sugeridos pela moderna epistemologia, não é assim tão grande.

Na visão de Ruivo,¹⁰¹ essa é uma definição adequada para o estado presente da tecnologia, ou seja, da “cientificação da tecnologia” na expressão de Bohme *et al.*,⁸ em que a natureza e o comportamento da tecnologia tornam-se muito próximos daqueles da ciência.

Tecnologia industrial pode ser definida como um acervo de conhecimentos tecnocientíficos que, de maneira organizada e sistemática, é usado nas múltiplas atividades industriais.^{113,p.51}

A tecnologia envolve um conjunto de conhecimentos que adquirem especificidade ao assumirem formas concretas na sua aplicação a determinados problemas particulares.^{11,p.283}

A tecnologia é comumente associada à engenharia, mas essas culturas apresentam uma diferença fundamental: enquanto a engenharia se serve da técnica e da tecnologia, visando especificamente a realização de determinados produtos, a tecnologia compreende o conjunto de conhecimentos científicos aplicáveis a uma variada gama de projetos, processos e produtos que são empregados pela engenharia e pela indústria em suas finalidades específicas.

A tecnologia constitui um fator produtivo exógeno que as empresas podem obter no mercado, por meio da aquisição de patentes de invenção, de licenças ou de acordos empresa-

riais, ou pode ser incorporado por meio de informação técnica, no caso em que seja de livre disponibilidade.^{13,p.69}

Price, no artigo *Is technology historically independent of science?* (A tecnologia é historicamente independente da ciência?), entende a ciência e a tecnologia como duas culturas separadas. Ele também viu a ciência com uma estrutura cumulativa fortemente unida, ou seja, o novo conhecimento parece fluir de pedaços de conhecimentos antigos.⁸⁶

O modelo apresentado para a ciência tinha sido desenvolvido em diversos estudos e em literatura científica tanto antiga como moderna. No mesmo artigo, Price sugeriu que a tecnologia pode ter uma estrutura cumulativa semelhante, fortemente unida. Ele conclui, então, que a ciência e a tecnologia podem ter as suas próprias estruturas, independentes e cumulativas.⁸⁶

Como as estruturas estavam separadas, somente em casos especiais e traumáticos, em que houvesse quebra de paradigmas, poderia haver um fluxo direto da frente da pesquisa da ciência para a tecnologia ou vice-versa.⁸⁶

Segundo Price, é possível, de certa forma, distinguir a atividade científica da tecnológica pelas diferentes atitudes, padrões de valores e tipo de formação dos cientistas e dos tecnólogos que têm, via de regra, perfis profissionais diferentes.⁸⁸

A ciência e a tecnologia, embora conceitualmente diferentes, são inseparáveis. Para ilustrar a sua percepção sobre esse fato, Schmookler, *apud* Freeman,³⁵ emprega a figura de uma faca com dois gumes enquanto Price⁸⁵ compara a ciência e a tecnologia com a figura de um par de dançarinos em que cada um dá os seus próprios passos (características e motivações distintas), embora dançam a mesma música.

As nações investem em ciência objetivando a expansão do conhecimento humano, o aprimoramento do seu corpo de técnicos e cientistas e, em longo prazo, a possível exploração de novos princípios, propriedades, materiais etc.; enquanto os investimentos em tecnologia visam aperfeiçoar o parque industrial e melhorar a qualidade dos produtos, tendo em vista a competição e, tradicionalmente, o prestígio político, econômico e militar internacional.^{113, p.51}

O grupo de palavras “ciência e tecnologia” é utilizado de forma precisa porque serve para sugerir áreas gerais, abrangentes, sem definir os seus limites com exatidão.⁶³ As duas palavras são utilizadas em conjunto, como uma unidade, e é impossível representar a mesma entidade se utilizadas separadamente. A aparente complexidade do problema é uma ilusão criada pelas tentativas de apresentar uma definição precisa e rigorosa para os termos que numa linguagem comum são usados apenas de uma forma solta. As palavras “ciência” e “tecnologia” são úteis exatamente porque servem como um termo “guarda-chuva” amplo, que sugere, de uma forma geral, áreas do conhecimento sem definir seus limites exatos. As duas palavras são utilizadas em conjunto, com maior sucesso; ciência e tecnologia juntas (e não “a ciência e a tecnologia”), referem-se a uma entidade que existe na prática na nossa civilização mas que é impossível de ser dividida em duas partes.⁶³

Alguns historiadores afirmam que a ciência e a tecnologia são dois subsistemas que se desenvolvem de forma autônoma e com um alto grau de independência entre eles.^{35, p.33}

Mesmo considerando a autonomia entre a ciência e a tecnologia, parece lógica a tentativa de entendimento quanto ao relacionamento do binômio C&T, e deste com o setor industrial.

A ciência e a tecnologia, por serem culturas e produtos humanos, apresentam dimensões de ordem filosófica, política, econômica e social que, necessariamente, as enquadram em contextos sócio-históricos, com os quais interagem e se desenvolvem. A produção tecnocientífica é condicionada, em seus objetivos pelos seus agentes e no seu modo de funcionamento pela sociedade onde se desenvolve.⁷⁰

O acelerado desenvolvimento científico e tecnológico experimentado nos últimos anos impõe, aos que querem compreendê-lo, várias questões importantes, inclusive de ordem ética. No domínio das práticas sociais, o binômio ciência-tecnologia converte-se numa forma de poder capaz de produzir mudanças radicais na natureza e no próprio homem.⁷⁰

Outro aspecto importante que diz respeito às ligações entre ciência e tecnologia tem sido levantado, dando suporte a idéia de que os diferentes tipos de ligações relacionam-se com períodos históricos diferentes, ou seja, essas ligações entre ciência e tecnologia estão dependentes, sobretudo, do período histórico em questão (Gibbons *apud* Ruivo¹⁰¹).

O PROCESSO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

O principal agente de mudança no mundo atual é a inovação tecnológica. O progresso econômico e social dos diversos países e o êxito das empresas, principalmente industriais, dependem da eficiência e da eficácia com que o conhecimento tecnocientífico é produzido, transferido, difundido e incorporado aos produtos e serviços.¹⁰⁵

Muitos estudos têm sido desenvolvidos na busca do entendimento das origens das inovações tecnológicas. O conteúdo científico da tecnologia e o papel das pesquisas básicas no processo de introdução de inovações tecnológicas também têm sido amplamente investigados.

Inovação tecnológica pode ser definida como uma nova idéia, um evento técnico descontínuo, que, após certo período de tempo, é desenvolvido até o momento em que se torna prático e, então, usado com sucesso.^{65,p.160}

Segundo Almeida¹ e Barros et al.,^{7,p.264} o conceito de inovação tecnológica formulado por Schumpeter contempla cinco casos:

1. Introdução de um novo bem, que os consumidores não conheçam, ou de uma qualidade nova do bem.
2. Introdução de um novo método de produção, ainda não testado no meio industrial em questão, que tenha sido baseado em uma nova descoberta científica e que possa constituir-se em um novo modo de manusear comercialmente um bem.
3. Abertura de um novo mercado, em que o ramo da indústria em questão não tenha penetrado, mercado este preexistente, ou não.
4. Conquista de uma nova fonte de fornecimentos já existente, ou a ser criada.
5. Levar a cabo uma nova organização, uma indústria, tal como criar ou romper uma posição de monopólio.

Alguns estudos apresentam a inovação como uma criação original, uma novidade; outros estudos a apresentam como

algo tangível, possível de ser aplicado no mercado ou num processo de produção; e outros estudos ainda apresentam uma abordagem mercadológica para diferentes classes de utilizadores. Procurando incorporar essas diferentes visões, Utterback propõe que a inovação tecnológica seja entendida como um processo que envolve a criação, o desenvolvimento, o uso e a difusão de um novo produto ou idéia¹¹⁷ ou, resumidamente, a introdução e difusão de produtos e processos (e serviços) novos e melhorados na economia.¹¹⁷

Tomado como referência pelos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), o Manual Frascati⁷³ conceitua a inovação científica e tecnológica como a transformação de uma idéia num produto vendável, novo ou melhorado, ou num processo operacional na indústria ou no comércio, ou num novo método de serviço social.

Peter Drucker adota uma orientação neo-schumpeteriana ao afirmar que a inovação é um esforço para criar alterações úteis ao potencial econômico e social da empresa,²⁹ além de considerá-la uma indispensável disciplina de gestão empresarial.³⁰

Inovações tecnológicas incluem novos produtos, processos, serviços e também mudanças tecnológicas em produtos, processos e serviços existentes. Uma inovação é implementada se for introduzida no mercado (inovações de produto) ou for usada dentro de um processo de produção (inovação de processo). Inovações envolvem então uma série de atividades científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais.⁷² Para se chegar ao sentido exato de inovação, é necessário diferenciar conceitualmente invenção e inovação. Um invento é uma idéia, um esboço ou um modelo para um

dispositivo, produto, processo ou sistema novo ou aperfeiçoado; enquanto que a inovação, sendo um produto, serviço ou processo que pode ser comercializado, tem um mercado potencial e é obtida com base em conhecimentos técnicos, em invenções recentes ou provém de trabalhos de P&D.^{35,p.26}

Para que a idéia de um novo produto ou processo inventado passe a ser uma inovação, é necessário que seja colocado à disposição do mercado e principalmente usado por ele. A criatividade de um invento ou o valor de uma descoberta não garante o seu êxito como inovação. Para tanto, as possibilidades técnicas abertas pela nova idéia devem ser associadas à criação de oportunidades de mercado. Se essa combinação não for corretamente estimada ou calculada pela empresa, a sua iniciativa pode resultar em completo fracasso.⁴⁸

Uma característica distintiva da inovação tecnológica nos dias de hoje é o elevado ritmo de mudança, pois “os ciclos de vida do produto ou da produção são cada vez mais curtos e a sua renovação requer o acesso e a assimilação rápida de amplos conjuntos de conhecimento aplicado”.^{56,p.20} Os elevados ritmos de inovação tecnológica levam a alterações nos procedimentos internos de gestão e à criação de rotinas organizacionais que facilitem a aquisição e endogenização empresarial de conhecimento tecnológico, bem como a sua constante atualização.

A necessidade de maior colaboração dá origem a redes de colaboração vertical e horizontal, o que, por sua vez, origina novos modos de organização industrial, denominados por Perez⁸⁰ de “competitividade estrutural” e por Freeman³⁶ de “redes de inovação”.

O processo de inovação não pode ser entendido como um processo limitado a uma única empresa ou organização, mesmo que esta seja detentora de grandes recursos. O desenvolvimento ou a adoção de novas tecnologias é hoje, na sua essência, um processo de colaboração intensiva entre vários tipos de entidades, que formam uma complexa teia de atividades inovadoras. A inovação tecnológica numa envolvente multiinstitucional requer grande facilidade de estabelecer relações interpessoais e interempresariais, ultrapassando assim, o tradicional formalismo das relações institucionais.^{56,p.21}

A inovação tecnológica também pode ser definida como a aplicação de novos conhecimentos tecnológicos, que resulta em novos produtos, processos ou serviços, ou em melhoria significativa de alguns dos seus atributos. Inerente a essa definição está a idéia de que os produtos ou serviços, novos ou melhorados, devem ter aceitação no mercado (ou aumento de aceitação no mercado) com conseqüências para o aumento da rentabilidade da empresa inovadora.^{56,p.18}

A inovação envolve não só conhecimentos teóricos ou práticos num plano estritamente tecnológico (e científico) como também conhecimentos nas áreas de marketing e na área da gestão das organizações.

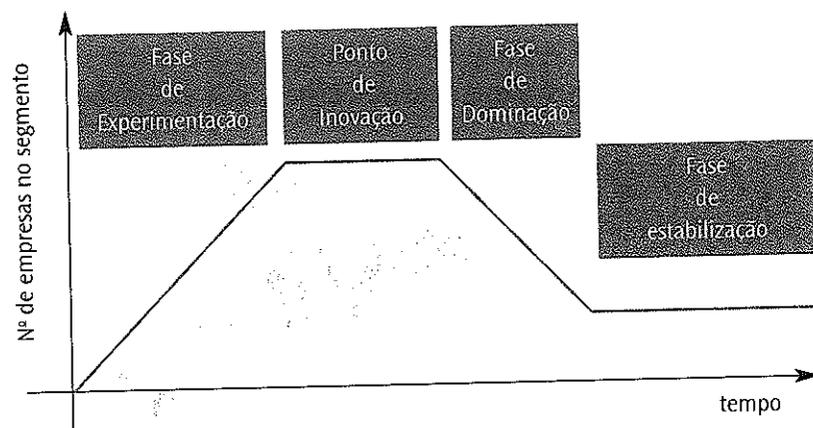
A inovação tecnológica envolve mudanças no universo de conhecimentos tecnológicos prévios, pelo que se considera o conceito de inovação tecnológica como “um metaconceito de tecnologia, no sentido em que diz respeito a alterações na base de conhecimentos tecnológicos da empresa”.^{56,p.19}

Um estudo sobre a inovação e a sobrevivência das organizações mostrou que existe uma fase inicial de crescimento

do número de empresas em determinado segmento industrial, passando por um máximo a partir do qual começa a decrescer até estabilizar-se num número pequeno de empresas. Na primeira fase, chamada de experimentação, evidencia-se a entrada de um número crescente de organizações disputando o mercado, até que uma, ou um pequeno grupo delas, consegue sobressair-se por meio de uma inovação que proporciona o domínio do mercado. A partir daí, as demais empresas começam a perder mercado e a desaparecer, numa chamada fase de dominação, em que só se mantêm aquelas que conseguiram inovar.¹¹⁸ A Figura 2.1 a seguir ilustra essas diferentes fases.

FIGURA 2.1

A inovação e a sobrevivência das organizações



Fonte: Utterback.¹¹⁸

Nos países menos desenvolvidos, que se industrializaram via importação de tecnologia, há uma inversão na seqüência clássica de inovação tecnológica, proposta por Schumpeter. “A formação tecnológica se dá por um processo lento de assimilação e transferência de tecnologias importadas, que pode culminar com a inovação tecnológica, embora muitas vezes isto não aconteça”.¹²⁰ A primeira fase da formação tecnológica é o domínio da tecnologia no nível operacional. Em seguida, é a fase da formação por imitação, em que se copiam os procedimentos industriais e, por fim, ocorrem as adaptações, aperfeiçoamentos e inovações tecnológicas, como ponto máximo do processo de formação.^{120, p.249}

A inovação ocorre em tecnologia, métodos, novos produtos, novas formas de administrar e produzir, novas maneiras de comercialização, identificação de novos grupos de clientes (nichos), novos esquemas de distribuição, novas formas de alianças estratégicas, etc.⁸⁴

O processo de inovação representa a confluência da construção de capacidade tecnológica e das necessidades de mercado dentro do contexto da empresa inovadora.⁹⁹ No cenário atual de competitividade e globalização de mercados, a inovação tecnológica é fator de sobrevivência das organizações.^{4, p.118}

Quando um determinado paradigma tecnológico é alcançado, dando origem à solução fundamental de um problema tecnológico, as inovações que se seguem tendem a ser evolucionárias, isto é, tendem a “modificar passo a passo o projeto dominante, fornecendo melhores respostas às perguntas advindas do paradigma existente, ao invés de buscar soluções fundamentalmente diferentes”.^{44, p.29}

A inovação não é um ato único e bem definido, mas uma série de atos unidos ao processo inventivo. A inovação adquire importância econômica só por intermédio de um processo exaustivo de redesenho, modificações e numerosas pequenas melhorias para adequação ao mercado consumidor. O aproveitamento em potencial de uma invenção (ou seja, a sua transformação numa inovação) supõe, por seu lado, um cuidadoso exame da acumulação de pequenos avanços técnicos da invenção no decorrer do tempo, as suas implicações na alteração das características de rendimento em termos econômicos e como resultado de uma comparação de custos da nova tecnologia com as alternativas já disponíveis.^{94,p.86} A inovação tecnológica não leva, necessariamente, ao completo abandono das tecnologias anteriores. O êxito comercial com as inovações tecnológicas, em geral, envolve ou implica um cuidadoso estudo daqueles aspectos das práticas antigas que devem ser abandonados e dos que devem ser mantidos.^{94,p.88}

Inovação incremental, ou menor, é aquela representada pelas mudanças técnicas menores surgidas da acumulação de experiências, assim como as melhorias de produto e/ou processo introduzidos posteriormente à inovação original. Incrementais são as inovações que não resultam necessariamente de atividades de P&D, mas de melhoramentos sugeridos por funcionários da indústria ou utilizadores do produto. Inovação radical, ou maior, seria aquela atividade criativa associada à gestão de mudanças tecnológicas maiores, normalmente advinda de atividades de P&D.

Inovações incrementais envolvem as pequenas melhorias e o aperfeiçoamento de produtos ou métodos de fabricação,

que resultam em melhores acabamentos, melhor qualidade, funcionalidade acrescida etc.; enquanto as inovações radicais, ou descontinuidades, envolvem as alterações profundas no conjunto de conhecimentos aplicados, que originam produtos ou processos inteiramente novos ou com atributos substancialmente diferentes da versão anterior.^{56,p.19}

É importante distinguir as inovações incrementais das radicais. As inovações incrementais são introduzidas continuamente na produção como resultado da formação tecnológica, muito pouco exigentes em termos de novos conhecimentos tecnológicos. As inovações radicais são compreendidas nas tecnologias de ponta, muito mais densas e inovadoras em relação aos seus conteúdos tecnocientíficos.

Davenport distingue a inovação de processo da melhoria de processo. Segundo esse autor, a melhoria de processo envolve um nível menor de alterações, afirmando que “se inovação de processo significa realizar uma atividade através de uma alteração radical, a melhoria de processo significa realizar o mesmo processo melhorando a eficiência e a eficácia”.²² Ele salienta ainda que há importantes diferenças entre melhoria de processo e inovação de processo, destacando-as no seguinte quadro:

Quadro 2.2

MELHORIA DE PROCESSO E INOVAÇÃO DE PROCESSO

| Características | Melhoria | Inovação |
|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Grau de mudança | Incremental | Radical |
| Ponto de partida | Processo existente | Novo processo |
| Frequência da mudança | Única ou contínua | Única |
| Tempo necessário | Curto | Longo |
| Participação | De baixo para cima | De cima para baixo |
| Escopo típico | Estreito, interno às funções | Extenso, por meio das funções |
| Risco | Moderado | Elevado |
| Agente ativador primário | Controle estatístico | Tecnologia da informação |
| Tipo de mudança | Cultural | Cultural e estrutural |

Fonte: Davenport.²²

Essa diferença entre inovação e mudança tecnológica é apresentada também por outros autores, como Hill, para quem o processo de inovação tecnológica envolve a criação, o projeto, a produção, o primeiro uso e a difusão de um novo produto, processo ou sistema tecnológico. Acrescenta ainda que não é um requisito que o produto ou processo seja tecnologicamente novo para constituir-se uma inovação. Ele apenas precisa ser o primeiro utilizado comercialmente com sucesso. Por outro lado, a mudança tecnológica envolve alguma troca em um produto ou processo, como por exemplo, a adoção de um método existente, porém melhor, para ser incorporado num processo de produção.⁴⁷

Pelas citações apresentadas é possível dizer que os termos “mudança tecnológica” ou “melhoria de processo”, defendidos por alguns autores, coincidem com o que outros definem

como “inovação tecnológica incremental”. De qualquer modo, para Barros et al. “há uma tendência em delimitar as fronteiras entre inovação e mudança tecnológica em função do impacto da alteração no processo de produção da empresa”.^{7,p.266}

O aspecto cumulativo do processo de inovação e as especificidades no âmbito das empresas exigem a imposição de características setoriais próprias para o surgimento e a utilização da inovação.

Com relação, por exemplo, à introdução de inovações tecnológicas incrementais nas pequenas e médias empresas, o processo revela-se um pouco mais simples do que o exposto anteriormente. As pequenas e médias empresas (PMEs) empregam, em sua grande maioria, tecnologias já desenvolvidas. Esse fato não envolve grandes limitações em termos da disponibilidade de conhecimentos da pesquisa básica e depende muito mais da adoção de práticas de gestão e de estratégias de formação tecnológica adequadas.

A inovação depende da estratégia da gestão – capaz de antecipar necessidades, monitorar a tecnologia e controlar custos – e também da promoção de flexibilidade, da cooperação com centros exteriores de conhecimento, da formação contínua etc.

As fontes de inovação podem ser divididas em fontes externas (ou ambientais) e fontes internas.⁹⁸ Fontes externas são aquelas relacionadas à sociedade como um todo e que refletem, em grande medida, aspectos estruturais, resultantes de processos sociais de longo prazo. Essas fontes externas de inovação estão associadas a:

- composição e ao índice geral de qualificação da força de trabalho do país;

- abrangência e ao grau de excelência dos cursos e programas de formação de recursos humanos para todas as fases do processo de produção dos setores relevantes;
- grau de excelência das equipes de pesquisadores atuantes nas áreas de conhecimento relevantes, bem como sua estabilidade e experiência acumulada;
- grau de domínio de outros paradigmas tecnológicos, isto é, a capacidade tecnológica geral já alcançada pela sociedade.^{98,p.14}

As fontes de inovação internas das empresas são atitudes, recursos e mecanismos que, de um lado, levam a empresa a buscar deliberada e sistematicamente a criação e/ou introdução de inovações; e, de outro, podem influir de maneira decisiva nos resultados desses esforços. Entre as principais fontes de inovação podem ser citadas:

- a experiência acumulada na atividade inovadora;
- o grau de qualificação e motivação dos recursos humanos;
- o compromisso institucionalizado com a mudança e a inovação, com a qualidade do produto e com a satisfação do cliente;
- a preocupação institucionalizada com o desenvolvimento de fontes de fornecimento de matéria prima, partes e componentes confiáveis;
- a preocupação institucionalizada com o estabelecimento de vínculos com fontes de inovação e/ou de informações tecnológicas externas.^{98,p.17}

Utterback^{118,p.94-5} propõe um modelo para a dinâmica da inovação tecnológica, com base na distinção entre o ciclo de inovação de produto e o ciclo de inovação de processo associado àquela inovação de produto. Segundo esse autor, à inovação de produto se segue a inovação de seu processo de produção e finalmente a estabilização que utiliza a inovação essencialmente para manter o mercado, em uma seqüência que ocorre em três fases: fluida, transitória e específica. Na fase fluida, ocorrem mudanças significativas e freqüentes no produto; na fase transitória, ocorrem mudanças significativas no processo, as quais são requeridas pelo aumento da procura; e, finalmente, na fase específica ocorrem inovações incrementais para o produto, com melhorias cumulativas em produtividade e qualidade.

QUESTÕES PARA DEBATE EM GRUPO

- 1) Entre os diversos conceitos apresentados para o termo “ciência”, qual deles é o mais adequado? Por quê?
- 2) Entre os diversos conceitos apresentados para o termo “tecnologia”, qual deles é o mais adequado? Por quê?
- 3) Qual é a diferença fundamental entre tratar os termos “a ciência” e “a tecnologia” isoladamente e tratá-los como o binômio “ciência e tecnologia”?
- 4) Entre os diversos conceitos apresentados para o termo “inovação”, qual deles é o mais adequado? Por quê?
- 5) Cronologicamente, o que acontece antes: a ciência, a tecnologia ou a inovação? Há como inverter essa ordem?

- 6) Debater o “mito da neutralidade científica”.
- 7) Entendidos os conceitos de tecnologia, pode-se concordar que de fato exista “tecnologia imaterial”?
- 8) Citar exemplos de invenções que nunca se converteram em inovações.
- 9) Exemplificar com casos reais as diversas fases do estudo sobre a inovação e a sobrevivência das organizações.
- 10) Exemplificar casos reais de inovação incremental.
- 11) Exemplificar casos reais de inovação radical.