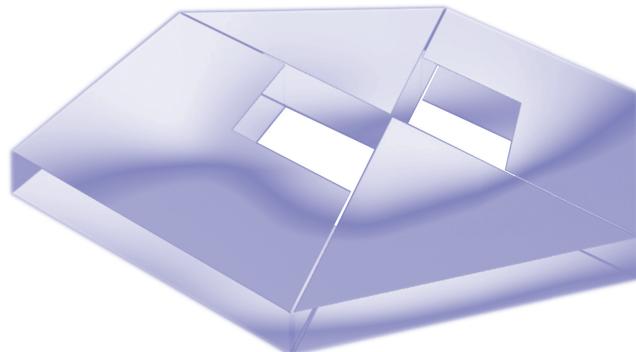


Bacharelado em

ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA



Tecnologia e Inovação

Míriam de Magdala Pinto

2016. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.



Esta obra está licenciada nos termos da Licença Creative Commons Atribuição - Não Comercial - Compartilha Igual 3.0 Brasil, podendo a OBRA ser remixada, adaptada e servir para criação de obras derivadas, desde que com fins não comerciais, que seja atribuído crédito ao autor e que as obras derivadas sejam licenciadas sob a mesma licença.

1^a edição – 2012

2^a edição – 2012

P659t

Pinto, Miriam de Magdala

Tecnologia e inovação / Miriam de Magdala Pinto. – 3. ed. rev. atual. – Floripa
nópolis : Departamento de Ciências da Administração / UFSC; [Brasília] : CAPES :
UAB, 2016.

150p.

Bacharelado em Administração Pública
Inclui bibliografia
ISBN: 978-85-7988-293-7

1. Inovações tecnológicas – História. 2. Desenvolvimento econômico. 3. Inovações
tecnológicas – Administração. 4. Comportamento organizacional. 5. Desenvolvimento
sustentável. 6. Educação a distância. I. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de
Nível Superior (Brasil). II. Universidade Aberta do Brasil. III. Título.

CDU: 62.004.68

Catalogação na publicação por: Onélia Silva Guimarães CRB-14/071

Ministério da Educação – MEC
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES
Diretoria de Educação a Distância – DED
Universidade Aberta do Brasil – UAB
Programa Nacional de Formação em Administração Pública – PNAP
Bacharelado em Administração Pública

TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Míriam de Magdala Pinto



2016

3^a Edição Revisada e Atualizada

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR – CAPES

DIRETORIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS DIDÁTICOS

Universidade Federal de Santa Catarina

METODOLOGIA PARA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Universidade Federal de Mato Grosso

AUTORA DO CONTEÚDO

Míriam de Magdala Pinto

EQUIPE TÉCNICA – UFSC

Coordenação do Projeto

Alexandre Marino Costa

Coordenação de Produção de Recursos Didáticos

Denise Aparecida Bunn

Projeto Gráfico

Adriano Schmidt Reibnitz

Annye Cristiny Tessaro

Editoração

Annye Cristiny Tessaro

Stephany Kaori Yoshida

Ilustração

Adriano Schmidt Reibnitz

Revisão Textual

Mara Aparecida Andrade da Rosa Siqueira

Sergio Luiz Meira

Capa

Alexandre Noronha

Créditos da imagem da capa: extraída do banco de imagens Stock.xchng sob direitos livres para uso de imagem.

SUMÁRIO

Apresentação.....	7
-------------------	---

Unidade 1 – Conceitos Fundamentais

Conceitos Fundamentais	13
Do Início até os Dias de Hoje	13
Ciência, Tecnologia e Inovação Tecnológica	31

Unidade 2 – Indicadores e Condicionantes do Processo de Inovação

Indicadores e Condicionantes do Processo de Inovação	53
Indicadores de Inovação Tecnológica.....	53
Condicionantes da Inovação Tecnológica	66
Intensidade Tecnológica.....	66
Padrões Setoriais de Inovação Tecnológica	71
Influência da Localização Geográfica sobre o Processo de Inovação	75

Unidade 3 – Gestão da Inovação Tecnológica

Estratégias Organizacionais	89
Estratégias Tecnológicas.....	90
Tecnologias Básicas, Críticas e Emergentes	90
Cooperação para a Inovação.....	98
Avaliação de Projetos de PD&I.....	108
Financiamento para a Inovação.....	111

Unidade 4 – Inovação para o Desenvolvimento Sustentável

Inovação para o Desenvolvimento Sustentável.....	119
Tecnologias Convencionais e Tecnologias Sociais	119
Inovação e Desenvolvimento Sustentável	128
As TICs em Foco	131
Um Novo Entendimento das Organizações Contemporâneas	133
Considerações Finais.....	139
Referências.....	143
Minicurrículo	150

APRESENTAÇÃO

Caro estudante,

Você está prestes a iniciar o estudo da disciplina *Tecnologia e Inovação*. É fascinante observar como o ser humano é capaz de auxiliar na criação do mundo em que vive. Se parar por um minuto para observar o ambiente onde está, você verá que grande parte dos materiais com os quais está em contato ou que está vendo foi criado e produzido pelo homem a partir dos recursos naturais disponíveis no planeta. Verá também que a maior parte dos próprios objetos com os quais convivemos, suas formas, suas funcionalidades, seus usos, são criação do homem.

As formas que usamos para produzir os bens e serviços de que necessitamos são constantemente modificadas, às vezes, revolucionadas e, cada vez mais, desenvolvemos modos de produzir mais, de modo mais rápido e com menos esforço.

Esse processo de criação do novo, porém, não é uniforme. Existem nações, estados, regiões, empresas, famílias ou indivíduos que o fazem mais e melhor, enquanto outros o fazem menos. A história tem mostrado que aqueles que criam e desenvolvem as novas tecnologias são os que garantem a prosperidade. Sendo assim, inovar tornou-se imprescindível para a sobrevivência, por exemplo, das empresas e condição indispensável para o desenvolvimento das nações.

Nesse sentido, o conhecimento acumulado é aplicado no desenvolvimento das máquinas e equipamentos (capital físico), nas próprias pessoas devido à nossa capacidade de aprendizado (capital humano) e nossas interações (capital social). Assim, com o passar do tempo, o processo de inovação se acelera e vemos produtos e processos com ciclos de vida cada vez mais curtos, tornando imprescindível incrementar continuamente a própria capacidade de gerar, difundir e

utilizar as novas tecnologias. Aqueles que inovam prosperam porque conseguem vender produtos com maior valor agregado, atender a mercados maiores e mais distantes ou produzir com custos mais reduzidos, por exemplo. Os que não o fazem, “pagam” pelo produto melhor, mais eficaz ou mais eficiente, pelo conhecimento embutido nos produtos e processos daqueles que o fizeram. Em outras palavras, inovação e tecnologia estão no cerne do desenvolvimento econômico.

Como um bom administrador público, você deverá ter em mente as implicações econômicas e sociais que as novas tecnologias representam, bem como conhecer ferramentas que o auxiliem a gerir os processos relacionados à inovação tecnológica considerando a realidade concreta na qual estará atuando. Para ajudá-lo a construir seus conhecimentos, este livro está organizado em quatro Unidades:

Unidade 1: Conceitos Fundamentais

Unidade 2: Indicadores e Condicionantes do Processo de Inovação

Unidade 3: Gestão da Inovação Tecnológica

Unidade 4: Inovação para o Desenvolvimento Sustentável

Na Unidade 1, você será convidado (a) a fazer uma breve viagem, que se inicia nos primórdios da humanidade e termina em nossos dias, para compreender o significado dos termos **tecnologia e inovação** e suas interações com a ciência e o conhecimento científico. Em seguida, irá aprofundar seus conhecimentos sobre o fenômeno da inovação por meio da discussão dos diversos modelos que se propõem a explicá-lo.

Na Unidade 2, você irá utilizar indicadores para entender detalhes da inovação, suas peculiaridades. A inovação, como qualquer fenômeno fascinante, possui características gerais e características particulares. Quanto à generalidade, verá que a inovação é essencial no sistema econômico de praticamente todos os países capitalistas no início deste século XXI. Quanto às suas particularidades, perceberá que o setor econômico e o local geográfico, por exemplo, influenciam fundamentalmente no processo de inovação. A inovação é a base para a geração de riquezas, para o sucesso dos empreendimentos. Sendo

assim, o processo de inovação não é deixado à mercê da sorte para que aconteça espontaneamente. Ele deve ser gerenciado, aumentando significativamente as chances de sucesso ao inovar.

As principais questões relacionadas à Gestão da Inovação serão tratadas na Unidade 3 onde você verá a importância da definição de estratégias de longo prazo e de estratégias tecnológicas para a gestão da inovação. Verá peculiaridades para avaliação de projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação e ferramentas específicas que poderão auxiliá-lo na gestão de projetos dessa natureza.

Finalmente, na Unidade 4, você é convidado a fazer uma reflexão crítica sobre os processos de inovação na sua vida. Vivemos a Era do Conhecimento, mas isso precisa significar conhecimento disseminado para todos, valorizado por todos. Vivemos uma realidade complexa demais, em que a sustentabilidade da vida no planeta para as futuras gerações não está garantida. Nem tampouco está condenada! São as inovações que faremos, que apoiaremos, que induziremos que farão toda a diferença!

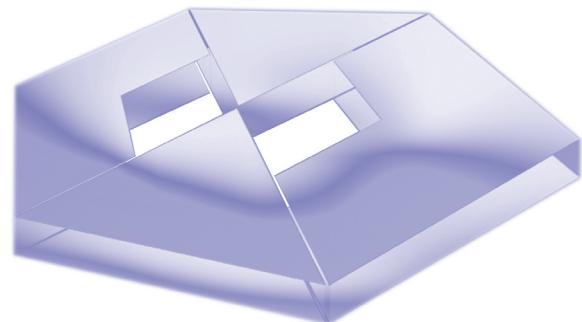
Finalmente, caro estudante, quero dizer-lhe que você faz parte de um processo de transformação constante, e para poder participar desse processo de forma consciente e construtiva, influenciando-o e não apenas sofrendo as consequências dele, é necessário entendê-lo melhor, refletir sobre ele, o que, com muito prazer, convido-o a fazer durante o estudo de *Tecnologia e Inovação*. Vamos ao trabalho?

Professora Míriam de Magdala Pinto

■ ■ ■

UNIDADE 1

CONCEITOS FUNDAMENTAIS



OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE APRENDIZAGEM

Ao finalizar esta Unidade, você deverá ser capaz de:

- ▶ Compreender os conceitos de tecnologia e inovação;
- ▶ Compreender a relação dos conceitos de ciência, conhecimento científico e desenvolvimento tecnológico com os conceitos de tecnologia e inovação; e
- ▶ Entender a relação entre tecnologia e inovação e o sistema econômico.

CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Caro estudante,

Nesta Unidade, você vai fazer uma viagem pela história da humanidade, desde as suas origens até os nossos dias. Ao longo dessa viagem, verá como os conceitos de tecnologia e de inovação evoluíram e como esses diversos conceitos são usados e convivem até hoje.

Tendo visto tais conceitos, eles serão detalhados e aprofundados. Sendo assim, você verá como ciência e tecnologia (C&T) se relacionam com inovação nos nossos dias e, também, a diferença entre invenção, inovação, adoção e difusão de novas tecnologias. Esta Unidade é básica para o entendimento da disciplina, porém, mais do que isso, ela pretende fazer com que você perceba que inovação tecnológica não é algo distante para os outros, mas para cada um de nós. Então, vamos, lá?

Do Início até os Dias de Hoje

Esta primeira seção baseia-se fundamentalmente em Diamond (2003) e Tigre (2006).

A humanidade começou sua saga pelo planeta Terra por volta de sete milhões de anos atrás, no Continente Africano, quando a população de macacos africanos dividiu-se em vários grupos. Um deles evoluiu para os atuais gorilas, outro deu origem aos chimpanzés e um terceiro resultou nos humanos. Esse primeiro grupo de proto-humanos ficou conhecido como *Australopithecus africanus*.

Há quatro milhões de anos, o chamado *Homo habilis* alcançou a postura vertical. A mudança para essa posição, com a liberação

dos membros anteriores, gerou consequências imprevistas e muito significativas no desenvolvimento desses hominídeos. Talvez a mais importante delas tenha sido o fato de que, com a adoção dessa nova posição corporal pelas fêmeas, os filhotes passaram a nascer prematuros e, portanto, necessitavam de cuidados por parte das mães por muito mais tempo.

Essa fraqueza, para filhotes e fêmeas, acabou convertendo-se em grande força para a nova espécie que se desenvolvia: a necessidade de formação de grupos de cooperação mais estáveis, que permaneciam juntos por mais tempo formando laços afetivos e, também, de **aprendizado***.

Este é um elemento básico de diferenciação dos humanos em relação às demais espécies animais na Terra: a capacidade de descobrir coisas novas e transmitir essas descobertas a outros membros da espécie, que podem aprender com a experiência dos outros, incorporar esses conhecimentos aos seus e fazer novas descobertas. Assim, a espécie humana passou a ser capaz de mudar a si mesma e o mundo ao seu redor como nenhuma outra o fez.

O fato de formarem grupos mais duradouros, que precisavam permanecer juntos por vários anos para garantir a sobrevivência dos filhotes, gerou a necessidade de comunicação de modo a garantir uma organização mínima nos grupos. Os membros anteriores (braços e mãos), já liberados da função de locomoção, podiam ser usados para o manuseio e transporte de coisas e, também, para a comunicação por gestos. A evolução seguia o caminho natural.

Dê uma paradinha e olhe ao seu redor. Há mais alguém no ambiente em que você está? Se sim, mantenha-se nesse local, mas se estiver sozinho, vá até algum lugar onde haja alguém. Vocês deverão comunicar-se sem fazer uso da fala; chamar atenção um do outro na tentativa de expressar alguma ideia. Conseguiram? Para manter a comunicação, sem que ambos usem a fala, vocês precisam manter o contato visual todo o tempo e as mãos desocupadas, certo? Se, no entanto, puderem usar sons, poderão comunicar-se enquanto fazem outra coisa.

***Aprendizado** – é o processo pelo qual novos conhecimentos são adquiridos, novas competências são desenvolvidas e, com isso, mudanças no comportamento são geradas. Fonte: Kleina e Martins (2012).

E parece ter sido assim que começou a desenvolver-se a comunicação pela fala, usando-se sons codificados.

Por volta de 1 milhão de anos atrás, o *Homo erectus* foi capaz de sair da África e povoar o sul da Ásia; e após 500 mil anos já habitando a Europa e a Ásia, os humanos possuíam esqueletos maiores e crânios mais arredondados, bastante semelhantes aos nossos, passando a ser conhecidos como *Homo sapiens*. Foram eles que dominaram o uso do fogo!

A utilização do fogo provocou profundas alterações na vida do homem. Os alimentos passaram a ser cozidos, tornando-se mais saborosos e de mais fácil digestão. A iluminação e o aquecimento dos locais frios e escuros tornaram a permanência nas cavernas mais fácil. A defesa diante dos animais ferozes tornou-se mais eficaz, pois estes temiam o fogo. E, também, a fabricação dos instrumentos aperfeiçoou-se com o endurecimento, pelo fogo, das pontas das lanças, tornando-as mais resistentes.

A utilização do fogo provocou, ainda, alterações demográficas e sociais na vida das primeiras comunidades. A ingestão de alimentos cozidos e com maior variedade proporcionou maior resistência a doenças e, consequentemente, contribuiu para o aumento populacional. Além disso, o convívio em volta das fogueiras teria fortalecido o sentimento de união entre os elementos do grupo, contribuindo para o desenvolvimento da própria linguagem.

As populações humanas do leste da África e do oeste da Eurásia continuavam a diferenciar-se umas das outras e dos povos do leste da Ásia. Os humanos da Europa e do oeste da Ásia, do período entre 130.000 e 40.000 anos atrás, ficaram conhecidos como homens de *Neanderthal*. Eles foram os primeiros humanos a deixar provas de que enterravam seus mortos e cuidavam de seus doentes. Não preservaram qualquer manifestação artística e, a julgar pelos ossos das espécies animais que capturavam, suas habilidades para caça eram limitadas. Não conseguiam pescar ainda.

Então, há cerca de 50.000 anos, a história da espécie humana dá um verdadeiro salto com os chamados homens de *Cro-magnon*. Em seus sítios arqueológicos, há utensílios de pedra padronizados e também moldados em ossos. Esses artefatos eram produzidos de formas



Vale a pena assistir ao filme *A Guerra do Fogo*, de 1981, dirigido por Jean-Jacques Annaud, baseado na obra de J. H. Rosny e roteiro de Gérard Brach.

*Tecnologia – esse termo deriva do grego *techne* (artefato) e *logos* (pensamento, razão), significando, portanto, o conhecimento sistemático transformado ou manifestado em ferramentas.

Fonte: Moreira e Queiroz (2007).

variadas e para várias funções como agulhas, furadores e fixadores. Há utensílios constituídos de várias peças como arpões, lanças e flechas. Esses utensílios fazem parte de uma **tecnologia** de caça superior. Os meios de matar a uma distância segura permitiram a caça de animais perigosos, enquanto as cordas, redes e armadilhas permitiram adicionar peixes e pássaros à sua dieta. Sua **tecnologia*** desenvolvida para a sobrevivência em climas frios é facilmente identificada em restos de casas e roupas costuradas. Por outro lado, resquícios de joias e de esqueletos cuidadosamente enterrados indicam acontecimentos revolucionários em termos estéticos e culturais.

As discussões anteriores, no entanto, limitam-se ao uso das ferramentas. No contexto em que estamos discutindo o termo tecnologia, ele pode ser entendido de forma mais ampla como “a forma como determinado grupo humano realiza as tarefas”. Assim, as tecnologias de caça, naqueles grupos, poderiam incluir horários, locais, tipos de animais preferencialmente caçados, as armas utilizadas, distância, forma de abordagem (em emboscada ou aberta), número mínimo de pessoas envolvidas. Observe, portanto, que tecnologia está relacionada com conhecimento transmitido entre gerações, acumulando-se e aperfeiçoando-se ao longo do tempo.

O termo tecnologia tem sido amplamente utilizado em inúmeros contextos no nosso dia a dia. Pare e pense: o que você entende por tecnologia? Anote suas ideias a respeito porque, ao final da Unidade, você vai precisar dessas anotações.

Para vivenciar um pouco da arte dos *Cro-magnon* visite <<http://www.culture.gouv.fr/culture/arcnat/lascaux/en/>>.

Acesso em: 9 mar. 2016.



Os homens de *Cro-magnon* foram os primeiros a contar com uma caixa de voz perfeita, base anatômica para a linguagem moderna, que é o fundamento indispensável para a troca de experiências, para a acumulação de conhecimentos e para o exercício da **criatividade humana**.

Mas aqui podemos fazer uma pergunta: os homens de *Cro-magnon* desenvolveram-se simultaneamente em várias localizações geográficas ou, ao contrário, eles apareceram em um único ponto e, a partir

daí, dominaram os demais hominídeos devido à sua superioridade tecnológica?

A prova de uma origem localizada, seguida por seus contínuos deslocamentos e a sua substituição por outros humanos é mais forte na Europa, para onde os *Cro-magnon* foram, há cerca de 40.000 anos, com seus esqueletos modernos (incluindo caixa de voz), armas mais poderosas e traços culturais avançados. Em poucos milhares de anos, não haveria mais os homens de *Neanderthal*, que foram os únicos ocupantes do Continente Europeu por centenas de milhares de anos. Pode-se sugerir, portanto, que os *Cro-magnon* usaram, de alguma forma, sua superioridade tecnológica, assim como suas habilidades para a linguagem e seu cérebro, para matar ou deslocar os homens de *Neanderthal*, sem ter havido cruzamento entre eles.

Foram os homens de *Cro-magnon* que conseguiram povoar a Sibéria por volta de 20.000 anos a.C. Entretanto, não se sabe precisamente o momento em que eles começaram a povoar o Continente Americano. As principais evidências indicam que tenha sido por volta de 12000 a.C. Existem indícios abundantes de que, em sua expansão para o Sul do continente, o povoamento avançou consistentemente. Assim, em apenas 1.000 anos depois de sua chegada ao Alasca, os humanos chegaram à Patagônia (isso significa que percorreram 12.800 km em 1.000 anos. Uma proeza notável para caçadores-coletores!).

Tentemos “dar uma olhada” para o mundo à época daqueles colonizadores pré-históricos. O Continente Americano estava habitado por uma rica fauna da qual faziam parte mamutes, preguiças gigantes e cabritos monteses. Todas essas espécies desapareceram em torno de 11000 a.C., quando entraram em contato com os humanos. Porém, essa data também coincide com as mudanças climáticas da última Era Glacial, gerando dúvidas sobre a causa dessa extinção. Contudo, como a fauna americana já havia sobrevivido a, pelo menos, vinte Eras Glaciais antes daquela, parece bem mais razoável interpretar sua extinção associada à ação humana. Além disso, são muitos os fósseis de grandes animais encontrados com pontas de lanças em suas costelas.

Você pode explicar como a tecnologia dos humanos, que povoaram o Continente Americano a partir de 11000 a.C., poderia ter influenciado na extinção das principais espécies de grandes animais que aqui viviam? Esse foi um problema ambiental relevante? Você pode pensar algumas de suas principais consequências? Considera que existe uma relação entre tecnologia e mudanças ambientais provocadas pelo homem?

As primeiras povoações humanas surgiram por volta de 11000 a.C. no Leste Europeu, mas não podiam se fixar por longos períodos devido à necessidade de conseguir alimentos. A solução para esse problema foi sendo desenvolvida a partir de 8500 a.C., quando a humanidade começou a cultivar plantas e a domesticar animais.

Quando determinado grupo humano conseguia cultivar plantas e domesticar animais, a produção de comida seguia duas estratégias alternativas que competiam entre si: ser agricultor ou ser caçador/coletor. Os diversos grupos podiam adotar uma característica ou outra, ou mesmo ambas, mas o resultado predominante nos últimos 10.000 anos foi a mudança da caça/coleta para a produção de alimentos.

Por quê? Você consegue enumerar alguns fatores que determinaram a vantagem competitiva da produção de alimentos? E em termos ambientais, você pode enumerar algumas alterações significativas provocadas pela agricultura?

Assim como a linguagem e o domínio do fogo, o desenvolvimento da agricultura também trouxe mudanças para as sociedades da época. O cultivo fez com que as frequentes e perigosas buscas por alimentos fossem evitadas e, ao mesmo tempo, aumentou a oferta de alimentos para as pessoas. Assim, a agricultura permitiu o surgimento

de grupos humanos com maior densidade populacional em relação àqueles que podiam ser suportados pela caça e pela coleta. Dessa forma, os grupos que se fixaram na terra tinham mais tempo para se dedicar a outras atividades cujos objetivos eram diferentes daqueles relacionados à produção de alimentos. Disso resultou o desenvolvimento de novas tecnologias e a acumulação de bens materiais, promovendo a elevação do padrão de vida desses grupos.

Nos grupos humanos numerosos, sustentados pela produção de alimentos baseada no cultivo de plantas e domesticação de animais, surgiu a necessidade de se registrar rebanhos, colheitas e trocas realizadas; ou seja, de se registrar os resultados alcançados em um período para, assim, guardá-los de um período para o outro.

Os primeiros registros escritos conhecidos datam de aproximadamente 3000 a.C., em aldeias agrícolas da Mesopotâmia e do Egito. Eram usados símbolos feitos em placas de argila para contabilizar rebanhos e grãos (Figura 1).



Figura 1: Placa com inscrição cuneiforme da Universidade de Missouri.

Datação: 2500 a.C.

Fonte: MU Libraries Gateway (2011)

Se paramos para pensar, veremos que essa **nova tecnologia de comunicação**, a escrita, não foi inventada por um indivíduo ou mesmo um grupo restrito de indivíduos. Ela foi o resultado criativo de muitas pessoas que, durante centenas ou até milhares de anos, foram aperfeiçoando lentamente as formas até então existentes de escrita. Havia uma **tecnologia** de suporte (tábuas de argila), de ferramentas para escrever (estiletes de caniço) e um conjunto de regras

bem definidas para guiar o processo de escrita e de leitura, todos eles sendo continuamente aperfeiçoados. Mas tudo isso não era suficiente para garantir que a escrita se perpetuasse: deveriam haver condições sociais necessárias para o seu avanço. Primeiramente, a sociedade em que a escrita surgiu precisou enxergar alguma utilidade para o seu uso e, em segundo lugar, essa sociedade deveria ser capaz de sustentar escribas especialistas para manter e aperfeiçoar a escrita.

É importante, caro estudante, que, a partir de agora, você tenha em mente a ideia de que o desenvolvimento tecnológico não significa somente a criação de novas técnicas, mas, também, que se trata de um processo fortemente influenciado pelas sociedades nas quais esse desenvolvimento ocorre.

A complexa escrita suméria era principalmente usada para fins de contabilidade dos governantes. Seu uso era restrito aos escribas profissionais do rei ou do templo. Os fins não profissionais da escrita só surgiram pela sua simplificação de forma significativa, basicamente o alfabeto. Depois de inventado pelos fenícios, o alfabeto permitiu a difusão de forma muito mais rápida da escrita. Observe, portanto, que o desenvolvimento de uma nova tecnologia consiste em um processo coletivo, envolvendo muitas pessoas, que podem estar separadas no espaço e no tempo, construindo conhecimentos a partir de conhecimentos anteriores.



Para saber mais sobre a história da escrita, incluindo detalhes sobre o desenvolvimento do alfabeto, dos livros e da imprensa consulte:
<http://www.miniweb.com.br/literatura/artigos/escrita.html>. Acesso em: 9 mar. 2016.

Você poderia responder, a partir do que já viu nesta disciplina e também da sua experiência de vida, quem vem primeiro: a necessidade ou a invenção? Por quê?

O caminho da humanidade descrito até aqui para o desenvolvimento de novas tecnologias parece sugerir que a necessidade é a mãe da invenção. Será sempre assim? Exemplifique. Todas as novas tecnologias são desenvolvidas a partir de necessidades percebidas? Por quê?

Um salto no tempo permite-nos identificar uma infinidade de artefatos ou equipamentos que representaram, nos tempos modernos, mudanças significativas nas formas de se fazer determinadas atividades, as quais resultaram em **inovação tecnológica***. Vamos listar alguns:

- ▶ máquina a vapor;
- ▶ navio;
- ▶ trem;
- ▶ telégrafo;
- ▶ motor a combustão interna;
- ▶ fonógrafo;
- ▶ lâmpada incandescente;
- ▶ avião;
- ▶ automóvel;
- ▶ rádio;
- ▶ válvula;
- ▶ televisão;
- ▶ transistor; e
- ▶ chip e internet.

*Inovação Tecnológica
— usada neste contexto, significa a ideia, prática ou artefato material que foi inventado ou que é visto como novo. Fonte: Moreira e Queiroz (2007).

Vejamos com mais detalhes as histórias de duas dessas inovações tecnológicas: a máquina a vapor, patenteada por James Watt em 1769, e a lâmpada incandescente, patenteada por Thomas Edison em 1879. James Watt era mecânico. Em 1763, Watt recebeu uma máquina a vapor para ser consertada. Era o modelo mais avançado desenvolvido até então. Esse modelo tinha sido idealizado por Thomas Newcomen que o patenteara em 1712. A máquina de Newcomen, por sua vez, tinha tido como modelo a máquina que Thomas Savery patenteara em 1698, que, por sua vez, fora baseada na máquina a vapor que o francês Denis Papin idealizara em 1680, mas não construíra.

Watt observou que a perda de grandes quantidades de calor era o defeito mais grave da máquina e idealizou, então, o condensador, seu primeiro grande invento. Em 1769, ele obteve a primeira patente do invento e de vários aperfeiçoamentos por ele próprio concebidos. Novos detalhes foram ainda aperfeiçoados até que o motor atingiu



Veja mais detalhes sobre James Watt, a máquina a vapor e o uso da energia, acessando: <<http://educacao.uol.com.br/biografias/james-watt.htm>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

a forma sob a qual se tornou universalmente empregado, a partir de 1785, para movimentar locomotivas, navios, teares e bombas; e gerar, pela primeira vez na história da humanidade, trabalho a partir da energia térmica.

Se você tiver interesse e quiser saber mais sobre Thomas A. Edison, acesse http://super.abril.com.br/superarquivo/1988/conteudo_111446.shtml. Acesso em: 9 mar. 2016.



Thomas Edison foi um inventor. Trabalhou intensamente no aperfeiçoamento do telefone, patenteado por Alexander Graham Bell. Ocorreu-lhe a ideia de que, se o som podia ser convertido em impulsos elétricos, poderia ser gravado para ser ouvido depois. Assim, teve início sua busca, que resultou no fonógrafo, mas que ficou sem uma aplicação comercial por mais de uma década.

Enquanto isso, Edison interessava-se pela iluminação elétrica. No final dos anos de 1870, o uso da eletricidade para iluminação não era mais uma novidade. Já se conhecia a lâmpada de arco, mas a luz era ofuscante, durava pouco e produzia muito calor. Na época, as casas eram iluminadas por velas, embora nas cidades os lampiões a gás fossem amplamente usados nas ruas, teatros e grandes escritórios. Mas, além de caro, o gás cheirava mal e não havia para ele um sistema geral de distribuição. Edison pretendia conseguir uma luz suave como a do gás, porém sem suas desvantagens. Seu desafio consistia em achar um material que se tornasse incandescente ao se passar por ele uma corrente elétrica, e de fazer desse material um filamento.

Como outros inventores, Edison acreditava que esse filamento precisaria ficar isolado dentro de um bulbo de vidro do qual fosse retirado todo o ar, pois o oxigênio facilita a combustão. Durante mais de um ano, ele e seus assistentes testaram filamentos de todos os materiais possíveis e imagináveis, chegando enfim ao fio de algodão carbonizado.

Acendeu em 21 de outubro de 1879, a lâmpada brilhou durante 45 horas seguidas. A lâmpada incandescente de Thomas Edison foi o resultado do aperfeiçoamento de muitas outras lâmpadas incandescentes patenteadas por outros inventores entre 1841 e 1878. À lâmpada seguiu-se o desafio de produzir e distribuir energia elétrica, tendo conseguido seu feito em 1882 ao iluminar uma parte de Nova York.

As histórias de Watt e Edison sugerem que a necessidade não é necessariamente a mãe da **inovação**. A criatividade e a inventividade humanas podem levar ao desenvolvimento de novos dispositivos que

não tenham uma aplicação imediata, nem que tenham sido concebidos para solucionar algum problema identificado. De posse do dispositivo, são buscados usos ou aplicações para ele. Essa interação entre necessidade e inventividade ocorre nos dois sentidos, complementando-se um ao outro enquanto transformam nossa forma de viver.

Observe a construção de saberes a partir de conhecimentos anteriores. O esforço é coletivo. Essa é uma ideia fundamental para o entendimento da inovação tecnológica. O que Watt e Edison fizeram foi inaugurar o sucesso comercial da máquina a vapor e da lâmpada incandescente a partir dos grandes aperfeiçoamentos que eles introduziram.

Uma pergunta muito interessante de se fazer aqui é a seguinte: Se James Watt ou Thomas Edison não tivessem existido, a humanidade teria ficado sem suas inovações?

O fato de que ambos efetuaram melhorias significativas em artefatos que já existiam e de que todos esses artefatos sofreram, ainda, modificações posteriores feitas por outros cientistas indica que estes homens representaram elos significativos numa cadeia de construção de conhecimento. Porém, sem eles, outros, muito provavelmente, chegariam a esses avanços. A **inovação tecnológica*** é resultado de um processo de construção coletiva de conhecimento intrinsecamente associado à sociedade no qual ele está inserido. Essa sociedade possui conhecimentos para propor melhorias e também condições de valorizar e de usar a nova tecnologia.

***Inovação tecnológica** – neste contexto, a expressão [...] é tomada como sendo um sinônimo para a produção, assimilação e exploração, com sucesso, de novas tecnologias nas esferas econômica e social. Fonte: European Comission (1995 *apud* MOREIRA; QUEIROZ, 2007, p. 6).

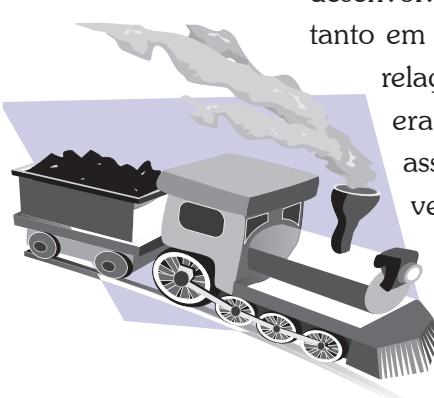
Portanto, há uma profunda relação entre inovação tecnológica e sociedade, existindo geralmente uma interação contínua e dinâmica entre elas: a inovação causa mudanças econômicas e sociais. A sociedade sofre modificações causadas pelas inovações, mas, também, promove alterações nessas inovações, seja aperfeiçoando-as, difundindo-as ou rechaçando-as.

Inovação tecnológica pode ser entendida de duas formas. Em primeiro lugar, como um processo de geração e disseminação de novas tecnologias, na malha econômica e social, sejam elas efetivamente um novo produto ou serviço ou uma nova forma de se exercer determinada atividade, utilizando novos recursos ou os recursos existentes combinados de uma nova maneira. Em segundo lugar, como o próprio resultado desse processo, ou seja, o produto ou artefato que dele resulta.

Vamos avançar na história da nossa civilização e, por meio dela, entender mais sobre Tecnologia e Inovação?

Na segunda metade do século XIX, o processo de industrialização aprofundou-se na Europa e difundiu-se intensamente para os EUA. A máquina a vapor teve um papel-chave nesse processo. Graças ao desenvolvimento da metalurgia do aço, a máquina a vapor avançou tanto em relação à redução de seu peso e seu volume quanto em relação às temperaturas a serem alcançadas nas fornalhas, que eram cada vez mais altas. Essas melhorias permitiram sua associação com o carro deslizante sobre trilhos, que, por sua vez, veio a representar outra inovação: a locomotiva a vapor.

A máquina a vapor também começou a ser usada para impulsionar os barcos que até então eram puxados por cavalos que andavam pelas margens dos canais ou movidos pela força do homem. Nascia, assim, a barcaça a vapor.



Tinha início uma revolução nos transportes ferroviários e marítimos, o que, por sua vez, garantiria uma expansão impressionante de novos mercados e novas fontes de matérias-primas e a expansão da indústria manufatureira.

O estabelecimento das ferrovias, no entanto, exigiu uma série de inovações complementares na indústria mecânica, no manejo de equipamentos pesados, na pavimentação e construção das estradas, para citar apenas algumas, que foram se desenvolvendo ao longo do tempo. Por outro lado, criou-se uma enorme demanda por ferro e aço, impulsionando a indústria mecânica e a metalurgia, que passaram a utilizar definitivamente o carvão mineral.

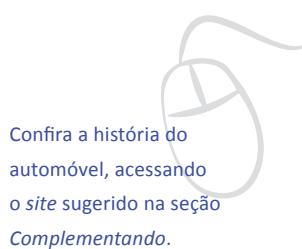
É importante notar o caráter sistêmico e integrado da inovação: um processo contínuo de sucessão de inovações tecnológicas, algumas mais profundas, outras de menor porte, em um contexto social e econômico favorável.

Nessa ocasião, mudanças institucionais nas áreas jurídica, financeira e política foram importantes para o avanço do crescimento industrial. Esse avanço, porém, não se deu na escala de produção. Faltavam recursos técnicos e financeiros para investimentos em equipamentos e formas de organização que garantissem a produção em massa. Além disso, havia restrições jurídicas ao crescimento das firmas, dado que era atribuída aos seus proprietários total responsabilidade pelas dívidas delas. Desse modo, a maioria das firmas era gerenciada pelos donos, familiares ou pequeno grupo de sócios.

Assim, caro estudante, ao final do século XIX e início do século XX, ao mesmo tempo em que as inovações baseadas em eletricidade caminhavam a passos largos no seu desenvolvimento, o automóvel também deslanchava.



Esse regime limitava o crescimento da firma e evitava a concentração de mercado, ou seja, a formação de oligopólios ou monopólios, estruturas de mercado que você já estudou em *Introdução à Economia*, no Módulo 1, lembra-se?



Quando você pensa em **automóveis**, na história deles, os pioneiros, as pessoas mais significativas em seu desenvolvimento, lembra-se de quem? Nikolaus Otto? Gottlieb Daimler? Rudolph Diesel ou de Henry Ford? Provavelmente, você se lembrará primeiramente de [Henry Ford](#).

Saiba mais

Henry Ford (1863-1947)

Industrial norte-americano nascido em Greenfield, Michigan. Pioneiro da indústria automobilística norte-americana, lançou a construção em série e imaginou a padronização das principais peças que compõem um conjunto. Construiu, entre 1892 e 1893, peça por peça, seu primeiro automóvel com um motor de 4 CV, refrigerado a água. Em 1901, fundou a Henry Ford Company. Fonte: Enciclopédia e Dicionário Ilustrado Koogan Houaiss (2009).

Qual foi o papel de Ford no desenvolvimento do automóvel como uma das principais inovações tecnológicas do século XX?

de baixo custo. Para atingir seu objetivo, Ford desenvolveu:

- ▶ a linha de produção em massa;
- ▶ um sistema de remuneração diferenciado que incluía salários altos; para a época (U\$ 5,00/dia); e
- ▶ um plano de participação nos lucros entre os trabalhadores.



Como resultado, ele havia se transformado, em cinco anos, no maior produtor de automóveis do mundo, tendo vendido mais de 15 milhões de unidades do modelo Ford T.

Você considera que Henry Ford promoveu uma inovação tecnológica significativa no automóvel? Na melhor das hipóteses, algumas melhorias que revolucionaram o setor de transporte de passageiros no

início do século XX criando uma nova indústria e seu mercado.
Como isso foi possível?

Sua grande contribuição diz respeito à forma de produzir o automóvel – a linha de montagem.

Esse é um clássico exemplo de inovação no processo de produção e não inovação no produto propriamente dito. Porém, sua linha de produção tornava-o completamente dependente dos funcionários. Com alto índice de **absenteísmo***, a fábrica não poderia funcionar. Isso exigia mudanças organizacionais que foram promovidas no sistema de remuneração. Os altos salários e a participação nos resultados eram completamente inéditos e levaram à formação de filas imensas por ocasião das contratações na fábrica. Henry Ford promovera inovações organizacionais ou administrativas. Lembre-se que, conceitualmente, as mudanças implementadas por ele estavam baseadas no trabalho de [Frederick W. Taylor](#), que você estudou em *Teorias da Administração II* no segundo Módulo deste curso.

Observe que inovação tecnológica e novas tecnologias não são expressões que se relacionam apenas com tecnologias modernas ou chamadas de tecnologias de ponta. Essas expressões são mais abrangentes do que isso. Elas podem estar relacionadas com a forma de obter alimentos (instrumentos de caça, criação de rebanhos confinados, plantações com sementes geneticamente modificadas, monitoramento por satélite dos campos de plantio), a forma de abrigar-se (casas de taipa, de madeira, de alvenaria, construções verticais, arranha-céus), a forma de locomover-se (carroças, automóveis, aviões e ônibus espaciais), a forma de comunicar-se (fala, escrita, imprensa, rádio, televisão, internet).

***Absenteísmo** – falta de assiduidade à escola, ao trabalho ou a qualquer lugar a que estão ligados deveres e interesses próprios. Fonte: Encyclopédia e Dicionário Ilustrado Koogan Houaiss (2009).

Saiba mais

Frederick W. Taylor (1856-1915)

Engenheiro e economista norte-americano nascido em Germantown e falecido na Filadélfia. Promotor da organização científica do trabalho. Estudou numerosas técnicas como a cronometragem e as transmissões por correias. Fonte: Encyclopédia e Dicionário Ilustrado Koogan Houaiss (2009).

As inovações tecnológicas referem-se ao desenvolvimento, pelos seres humanos, de novas formas de resolver seus problemas, de fazer as coisas que julgam necessárias. A expressão “alta tecnologia” é usada para designar produtos e processos intensivos em recentes conhecimentos científicos, o que será tratado mais à frente.

A eletricidade para fins de iluminação, mas, principalmente, como fonte de energia para o setor industrial, exerceu papel central na dinâmica das transformações ocorridas no início do século XX. Os trabalhos iniciais em eletricidade datam da década de 1820, mas, já na década de 1930, ela era a principal fonte de energia industrial, como o é até os dias de hoje, com o desenvolvimento de um número imenso de inovações complementares e a construção de uma infraestrutura adequada.

Voltemos a um personagem conhecido cuja contribuição foi relevante: Thomas Edison. Seu interesse pelas aplicações dos conhecimentos de Faraday (1831) o levou a construir por conta própria em 1876, aos 29 anos, o primeiro laboratório não universitário de pesquisas industriais de que se tem notícia. Nele, foram desenvolvidos o fonógrafo, a lâmpada, a locomotiva elétrica e o projetor de cinema. Apenas dois anos depois de patentear a lâmpada incandescente, Edison construiu a primeira estação geradora de eletricidade produtora de corrente contínua. A estação geradora de Edison ficava em Nova York, era movida a carvão e conseguiu acender 7.200 lâmpadas por vez e iluminar um bairro inteiro. Fundou a Edison General Electric em 1888, empresa que se transformou num dos maiores fabricantes multinacionais de lâmpadas e equipamentos elétricos leves e pesados até os dias de hoje.

Se até então o desenvolvimento de novas tecnologias tinha sido possível apenas com conhecimentos práticos, no setor elétrico havia necessidade de fundamentação em conhecimentos científicos. Os princípios do eletromagnetismo, sutil e invisível, para serem aplicados com sucesso, precisavam ser elucidados pelos cientistas e aplicados

a partir do seu entendimento pelos inventores. Ciência e tecnologia, que historicamente haviam seguido caminhos separados, começaram a interagir para a produção de inovações tecnológicas. Portanto, conforme observa Tigre (2006, p. 6):

[...] a ciência só passou a influenciar diretamente o progresso técnico quando a tecnologia industrial passou do mundo visível das polias e engrenagens para o campo invisível do eletromagnetismo e das reações químicas.

Sigamos avançando no tempo.

Terminada a Segunda Guerra Mundial, as economias norte-americana e britânica estavam totalmente estruturadas sobre os pilares da produção em massa. A industrialização baseada na eletricidade e no petróleo era uma realidade completamente difundida nesses países. Os países da Europa Continental, em processo de industrialização, precisavam ser reconstruídos e tudo isso foi feito sob o [paradigma taylorista-fordista](#).

No final da década de 1970, no entanto, já era possível observar uma alteração no paradigma taylorista-fordista de produção. Alguns fatos foram relevantes para essa mudança. Em primeiro lugar, a primeira crise dos preços do petróleo em 1973 revelou que o modelo de crescimento baseado no consumo crescente de materiais e energia baratos não era sustentável. Em segundo, houve o esgotamento do modelo fordista de produção baseado na padronização e na divisão do trabalho excessivo. A oferta mundial de produtos industrializados igualava-se e ultrapassava a demanda mundial por eles. Já não era mais suficiente produzir mais do mesmo. Era necessário aumentar qualidade, reduzir desperdícios, descobrir e produzir o que o cliente queria comprar. O Japão, que ao final da 2^a Guerra Mundial era uma pequena economia, havia iniciado um processo de reconstrução estrategicamente voltado para a industrialização, não copiando o modelo norte-americano e inglês, mas procurando desenvolver o seu próprio, o que levou ao desenvolvimento do [toyotismo](#) e liderou



Saiba mais Paradigma taylorista-fordista

Refere-se a um sistema de organização do trabalho, aplicado originalmente por Henry Ford na Ford Motors Company a partir dos trabalhos de Taylor, baseado na divisão do trabalho e na produção seriada objetivando maior economia de tempo e esforço com o máximo de rendimento. Fonte: Adaptado de Enciclopédia e Dicionário Ilustrado Koogan Houaiss (2009).

Para mais detalhes sobre o Toyotismo ou Modelo Japonês de Produção acesse: <<http://www.infoescola.com/industria/toyotismo/>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

uma onda de inovações organizacionais, destacando-se a Gestão pela Qualidade Total e a produção a partir dos princípios do *Just-in-time*, conceitos vistos na disciplina Teorias da Administração II.

No entanto, foram as ondas de inovações tecnológicas iniciadas a partir do transistor, na década de 1940, seguidas pela introdução do circuito integrado, na década de 1970, e pela Internet, na década de 1990, os principais fatores de mudanças sociais e econômicas do final do século XX e início do século XXI.

De acordo com Tigre (2006, p. 54-55, grifo nosso), as chamadas

Tecnologias da Informação e Comunicação*

***Tecnologias da Informação e Comunicação** – diz respeito ao conjunto de recursos tecnológicos e computacionais utilizados para geração e uso da informação. É, também, o conjunto de recursos não humanos dedicados ao armazenamento, processamento e comunicação da informação, bem como o modo como esses recursos estão organizados em um sistema capaz de executar um conjunto de tarefas. Essa sigla abrange todas as atividades desenvolvidas na sociedade pelos recursos da informática. Fonte: Elaborado pela autora deste livro.

[...] oportunidades para inovações secundárias que vêm revolucionando a indústria e a organização do sistema produtivo global. [...] A possibilidade de integrar cadeias globais de suprimentos, aproximar fornecedores e usuários e acessar informações em tempo real em multimídia, onde quer que elas se encontrem armazenadas, alimenta o desenvolvimento de uma nova infra-estrutura, de novos modelos de negócios e viabiliza inovações organizacionais que seriam impensáveis sem a informação e comunicação digitais. [...] As TIC têm um papel central nesse processo, pois constituem não apenas uma nova indústria, mas o núcleo dinâmico de uma **revolução tecnológica**.

Sobre a relevância do advento das TICs na vida humana no mundo contemporâneo, há o entendimento de que elas representam a quarta revolução na comunicação e na cognição humanas, tendo impacto tão significativo na alteração das tecnologias que usamos em nossas vidas quanto as revoluções anteriores: fala, escrita e impressão. Warschauer (2006) explica a razão das TICs nuclearem uma revolução tecnológica: durante toda a história da humanidade, a fala era o elemento que permitia a interação, estando sempre contextualizada. Os textos escritos, por sua vez, tornaram-se instrumentos para interpretação e reflexão, podendo ser acessados e analisados por diversas pessoas, em tempos diferentes. Assim, a interação era permitida pela fala enquanto

a reflexão e a interpretação, pela escrita. A comunicação mediada por computadores usando as TICs supera essa separação e

[...] pela primeira vez na história da humanidade, as pessoas podem interagir rapidamente e a distância utilizando-se da escrita. Isso lhes possibilita trocar idéias prontamente, enquanto mantém um registro das suas próprias comunicações e uma reflexão sobre elas.
(WARSCHAUER, 2006, p. 47)

As TICs permitiram o desenvolvimento de uma nova tecnologia de ensino, a EaD. Reflita sobre os impactos dessa nova tecnologia na sua vida, na de sua família, em sua cidade e no país.

A rápida difusão das TICs fez com que as empresas desse setor assumissem a liderança da economia mundial a partir de meados da década de 1990: Microsoft, Intel, Cisco Systems, Google, AOL, para citar algumas. Esse cenário retrata o valor do conhecimento nos novos negócios da economia mundial. Na Unidade 4, vamos voltar a discutir as TICs com mais detalhes.

Ciência, Tecnologia e Inovação Tecnológica

Você viu na seção anterior que, a partir do século XX, a inovação tecnológica passou a estar cada vez mais relacionada com Ciência e Tecnologia. Nesta seção você vai aprofundar o conhecimento acerca dos conceitos de Ciência, Tecnologia e Inovação Tecnológica e suas interações.

Então, ao trabalho!

Saiba mais

Werner Siemens (1816-1892)

Engenheiro alemão nascido em Hanover e falecido em Berlim. Foi responsável pela primeira grande linha telegráfica entre Berlim e Frankfurt e pela primeira locomotiva elétrica. Fonte: Enciclopédia e Dicionário Ilustrado Koogan Houaiss (2009).

Alexander Graham Bell (1847-1922)

Físico escocês nascido em Edimburgo. Foi um dos inventores do telefone (1876) tendo sido professor de surdos-mudos. Fonte: Enciclopédia e Dicionário Ilustrado Koogan Houaiss (2009).

George Westinghouse (1846-1914)

Industrial e engenheiro norte-americano, nascido em Central Bridge, Nova York e falecido no mesmo local. Criou o freio a ar comprimido que leva seu nome e que foi adotado em ferrovias em todo o mundo. Fonte: Enciclopédia e Dicionário Ilustrado Koogan Houaiss (2009).

Joseph Alois Schumpeter (1883-1950)

Nascido em Trest, Morávia, e falecido em Connecticut/EUA. Economista e sociólogo. Foi Ministro da Fazenda na Áustria (1919), mas se dedicou principalmente ao ensino e foi professor em Bonn e Harvard. Um dos conceitos mais importantes introduzidos por ele é o de inovação. Segundo ele, existe um estado sem crescimento, o «círculo» econômico, e um estado de crescimento, a «evolução». A passagem do «círculo» para a «evolução» se dá por meio das inovações que constituem o motor do crescimento. Fonte: Biografías y Vidas (2004).

No início do século XX, Edison e outros inventores-empresários como Werner Siemens, Alexander Graham Bell e George Westinghouse criaram grandes firmas inovadoras que “oligopolizaram” o novo setor produtor de equipamentos de geração, transmissão e aplicação de energia. O avanço no uso da eletricidade permitiu o desenvolvimento de máquinas maiores e mais eficientes e de sistemas integrados de produção como as linhas de montagem.

Foi nesse ambiente concorrencial do início do século XX, quando pequenos fabricantes começavam a concorrer com grandes empresas monopolistas, que viveu o economista Joseph Alois Schumpeter. Suas observações sobre a realidade econômica da época o levaram a publicar, em 1912, a *Teoria do Desenvolvimento Econômico*, na qual ele ressaltava, de forma explícita, a importância central da **inovação** na competição entre firmas, na evolução das estruturas industriais e no próprio desenvolvimento econômico. A versão em português mais acessível desse trabalho é a de 1982.

Schumpeter (1982) atribuía às firmas o papel central de propulsoras do processo de inovação, devido à possibilidade de obtenção de lucros extraordinários advindos da introdução de **novas tecnologias** no mercado, fossem elas novos produtos ou processos, novas

formas de organização empresarial, a abertura de novos mercados ou até mesmo a utilização de novas fontes de matérias-primas.

No parágrafo anterior, qual conceito se aplica melhor para a expressão “novas tecnologias”, em negrito?

Schumpeter (1982) distinguiu claramente os processos de **invenção, inovação e difusão**. Para ele, **invenção** estava associada à geração de novas ideias, ao progresso do conhecimento científico propriamente dito e sua aplicação na geração de novos equipamentos ou artefatos ou mesmo novos processos, mas sempre em fase pré-comercial. **Inovação** referia-se à introdução comercial de uma invenção na esfera técnico-econômica. Para isso, deveria haver um agente com uma expectativa de retorno econômico: o empresário inovador.

A inovação seria selecionada, favorável ou desfavoravelmente, pelo mercado. Na primeira hipótese, a inovação passaria à fase de **difusão**. Na segunda hipótese, a inovação seria descartada e o esforço empreendido até ali, perdido. A difusão ocorreria a partir do momento em que os agentes econômicos pudessem observar os resultados compensadores das mudanças implementadas e passassem, eles mesmos, a incorporar a novidade: de produto, processo, mercado, matéria-prima ou organização.

Observe que Schumpeter já percebia o processo de inovação associado ao avanço do conhecimento científico. Como você mesmo pode concluir, Schumpeter já revelava, através das observações em termos de produção econômica, a interação entre **ciência, tecnologia e inovação**. Vamos, então, aprofundar-nos nesses conceitos.

Comecemos pela ciência. Davies (19--) esclarece:

A ciência tem de envolver mais do que a mera catalogação de fatos e do que a descoberta, através da tentativa e erro, de maneiras de proceder que funcionam. O que é crucial na verdadeira ciência é o fato de envolver a descoberta de princípios que subjazem e conectam os fenômenos naturais. [...] a verdadeira ciência consiste em saber por que razão as coisas funcionam.

Observe que a utilização do conhecimento científico, do entendimento das leis que regem os diversos fenômenos, resulta em aumento da produtividade na geração de novas tecnologias, quando comparada ao método da tentativa e erro. As transmissões de sons, imagens e dados via ondas eletromagnéticas, o uso da energia nuclear, a produção de insulina humana por bactérias geneticamente modificadas, nada disso seria possível sem a compreensão teórica profunda dos diversos fenômenos subjacentes a essas tecnologias.

Dasgupta e David (1994) concluem: ciência é uma esfera de atividades cuja organização conduz ao rápido crescimento do conhecimento, enquanto as atividades relacionadas com a tecnologia buscam alcançar o rápido crescimento dos benefícios materiais a partir do novo conhecimento.

Tendo sido reconhecida a articulação entre as esferas científica e tecnológica como forma de impulsionar o processo de inovação e o valor econômico das novas tecnologias, por volta da década de 1930 começaram a ser propostos modelos que procuravam descrever os processos de interação entre Ciência e Tecnologia como geradores de inovações tecnológicas no intuito de embasar, com conhecimentos, os esforços político-financeiros de incentivo à inovação tecnológica.

O primeiro e mais simples foi o **Modelo Linear de Inovação** ou *science push* (Figura 2). Segundo esse modelo, o processo de inovação tecnológica é iniciado pela pesquisa básica, passando pela pesquisa aplicada, pelo desenvolvimento, pela engenharia até chegar à comercialização pioneira.



Figura 2: Modelo linear de inovação tecnológica ou *science push*

Fonte: Elaborada pela autora deste livro

Neste ponto, é importante que você pare para refletir e, até mesmo, para discutir com os colegas. Como se relaciona o conceito de tecnologia apresentado no início da Unidade com aquele anteriormente citado, de autoria de Dasgupta e David (1994)? São incoerentes? São complementares? Explique.

Como se relaciona o conceito de inovação, também apresentado no início desta Unidade, com aquele proposto por Schumpeter? São incoerentes? São complementares? Explique.

Vamos detalhar um pouco mais os conceitos utilizados neste modelo tendo como referência Cassiolato *et al.* (1996).

As atividades de **pesquisa básica** objetivam a ampliação do conhecimento genérico ou o melhor entendimento acerca de um tema investigado sem quaisquer considerações sobre as possíveis aplicações dos avanços perseguidos.

As atividades de **pesquisa aplicada** visam ao aprofundamento do conhecimento necessário para se atingir um objetivo específico, reconhecido *a priori*. Os resultados nessa etapa são mais concretos, sendo possível identificar mais facilmente o grau de sucesso do esforço realizado.

As atividades de **desenvolvimento** consistem no uso sistemático dos conhecimentos gerados a partir das atividades de pesquisa para viabilizar a produção de nova tecnologia, seja de produto ou de processo. Estão incluídos aqui o *design* do produto, construção de protótipos ou plantas-piloto e aperfeiçoamento dos processos.

As atividades de **engenharia** consistem em aplicar todo o conhecimento estabelecido até então para desenvolver soluções econômicas para os problemas técnicos. Além do projeto de solução, cabe ao engenheiro executá-lo. É nessa etapa que, efetivamente, a realidade social e econômica é transformada. No exemplo da eletricidade, os esforços de Thomas Edison, e todo o grupo por ele formado que trabalhou em Menlo Park, Nova Jersey, Estados Unidos, correspondem às **atividades de pesquisa aplicada, desenvolvimento e engenharia**.

De acordo com esse modelo, para incentivar a inovação tecnológica (e seus benefícios econômicos) se deveria investir pesadamente em ciência básica. Esse investimento geraria um estoque de conhecimentos que ficaria disponível para ser utilizado pelas empresas para o desenvolvimento de novos produtos e processos, gerando riqueza e desenvolvimento econômico e social.



As atividades de Pesquisa e Desenvolvimento são comumente tratadas de forma conjunta e, com frequência, abreviadas por P&D. Mais recentemente, as atividades de Engenharia têm sido incluídas e, neste caso, abrevia-se como P, D&E.

O Modelo Linear de Inovação estabeleceu as bases da política de ciência e tecnologia nos EUA na primeira metade do século XX, tendo exercido sua influência sobre a definição de políticas similares em vários países do mundo, incluindo o Brasil.

Esse Modelo, porém, apresenta restrições. Em primeiro lugar, ele pressupõe uma divisão do trabalho entre as esferas científica e empresarial (as atividades de pesquisa básica e aplicada pertenceriam ao reino da ciência e as atividades de desenvolvimento e engenharia ao domínio da tecnologia, conforme classificação proposta por Dasgupta e David (1994), vista anteriormente). Em segundo lugar porque admite, hipoteticamente, que a transferência de conhecimentos gerados na esfera científica para a esfera empresarial é um processo “natural”. E, em terceiro, não reconhece a diversidade entre os diferentes campos de conhecimento em termos de geração de resultados com potencial econômico.

A relação entre C&T apresenta um caráter interativo que também inclui os contextos econômico, político e tecnológico de cada país ou região. Dessa forma, os avanços da ciência não são autônomos, pois são diretamente influenciados por políticas públicas, com as quais o administrador público está diretamente ligado, e pelas **trajetórias tecnológicas***.

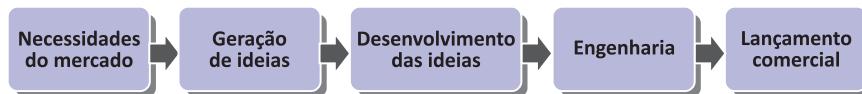
A principal evidência em favor do Modelo Linear de Inovação é a de que a ciência básica tem, efetivamente, criado oportunidades significativas para algumas aplicações tecnológicas lucrativas. Porém, apesar de explicar o processo de inovação que levou ao *laser* e à bomba atômica, o modelo linear não explica completamente inovações que tenham sido motivadas pela percepção de necessidades não atendidas, como o desenvolvimento de motores elétricos e aparelhos eletrodomésticos ou corantes, antibióticos e explosivos.

Foi proposto, então, o **Modelo Linear Reverso** ou *demand pull*, que considera que as inovações surgem a partir de necessidades identificadas no mercado ou por problemas operacionais identificados pelas empresas (Figura 3).

***Trajetória tecnológica**

– assumida por determinada tecnologia, refere-se às opções técnicas adotadas ao longo do tempo. Se pensarmos no automóvel, por exemplo, a trajetória tecnológica seguida foi a de utilização do aço como matéria-prima básica. Com o passar do tempo, os revestimentos internos passaram a ser cada vez mais sintéticos. A partir da década de 1970, o consumo de combustível passou a ser relevante devido ao aumento dos preços do petróleo e o *design* dos carros favoreceu carros menores. A questão ambiental, alarmeada a partir da década de 1990, tem levado à busca por combustíveis alternativos aos fósseis e, agora, dispomos dos carros bicombustíveis.

Fonte: Elaborado pela autora deste livro.

Figura 3: Modelo linear reverso ou *demand pull*

Fonte: Elaborada pela autora deste livro

O Modelo Linear Reverso coloca toda a ênfase do processo de inovação sobre a demanda identificada no mercado. Desse modo, o conhecimento científico fica subordinado a solucionar problemas surgidos na busca pelo atendimento às demandas de mercado. Claramente, não é isso que se observa na prática, como você já pôde observar de tudo o que foi tratado até aqui. Como visto na seção anterior, as experiências de Thomas Edison com o fonógrafo, por exemplo, mostraram que a necessidade não é, necessariamente, a mãe da invenção, ou seja, nem sempre ela é determinada pelas condições de demanda.

Claramente, os dois modelos são parciais. Explicam parte do processo de inovação, mas não a sua totalidade. Seu caráter linear parece insuficiente para explicar efetivamente o processo de inovação. Além disso, as categorias tradicionais de pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento não representam com fidelidade a realidade das atividades científicas e tecnológicas, havendo sobreposições entre elas. Assim, a pesquisa estratégica estaria atuando na fronteira científica inspirada por fatores correlacionados, tanto a utilizações potenciais como à compreensão dos fenômenos fundamentais.

A necessidade de modelos que explicassem melhor a interação entre Ciência, Tecnologia e Inovação conduziu aos trabalhos de Kline (1978) e Kline e Rosenberg (1986), que propuseram o **Modelo de Ligação em Cadeia** ou *chain linked model*, que enfatiza a permanente retroalimentação entre as diversas etapas do processo.

De acordo com esse modelo, que você pode observar na Figura 4, o processo de inovação pressupõe a existência de múltiplas sequências de interação entre as suas diversas etapas e a existência de muitas formas de ampliação do estoque de conhecimentos, e não apenas avanços no campo científico.

Nesse modelo, a cadeia central de inovação é estruturada por múltiplos elos internos de realimentação do processo. Além disso, toda

a cadeia central de inovação interage com as atividades de pesquisa, fontes de novos conhecimentos para o processo de inovação.

Veja, por exemplo, o caso do desenvolvimento de um novo modelo de aeronave por uma empresa como a Embraer. Desde a etapa inicial de levantamento de requisitos para a elaboração do projeto da aeronave, até os testes finais, são envolvidos no processo engenheiros das mais variadas especialidades e conhecimentos (aeronáuticos, mecânicos, de automação, de softwares, para citar apenas alguns), mas também são consultados passageiros, pilotos, comissários de bordo, agentes de viagem, atendentes das companhias aéreas, mecânicos de manutenção das aeronaves, ou seja, todos os tipos de atores que têm envolvimento com a futura aeronave e pontos de vista diferentes sobre os produtos similares, já existentes no mercado; pessoas que podem ter contribuições relevantes a dar para que o produto seja efetivamente uma inovação bem-sucedida.

O reconhecimento da complexidade do fenômeno da inovação tem sido crescente. Atualmente, sabe-se que todas as diversas interações necessárias para que o processo de inovação aconteça dependem não somente das organizações centrais desse processo (as empresas e as organizações geradoras de novos conhecimentos como universidades e institutos de pesquisa), mas de toda a rede de instituições dos setores público e privado cujas atividades e interações iniciam, importam, modificam e difundem novas tecnologias. Essa rede de instituições será descrita posteriormente como sendo um Sistema de Inovação.

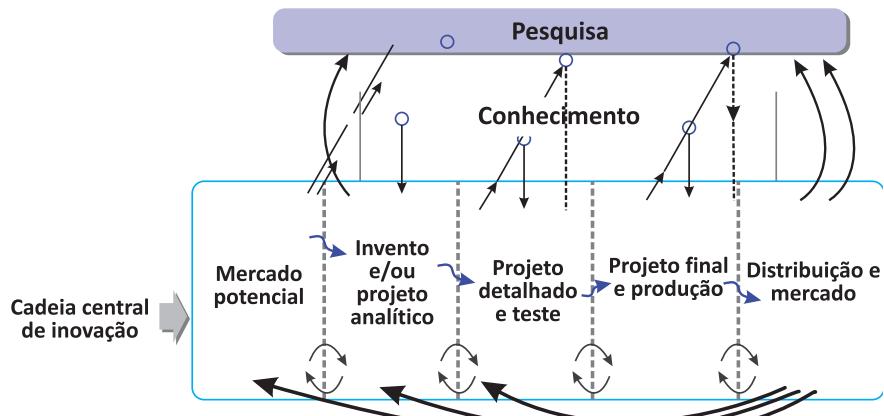


Figura 4: Modelo de ligações em cadeia
Fonte: Adaptada de Kline e Rosemberg (1986)

Como você deve ter percebido, com a perspectiva econômica lançada à inovação por Schumpeter a partir do século XX, inovar passou a significar não apenas criar algo tecnologicamente novo, mas dar destinação econômica para uma nova ideia. Nos dias de hoje, é totalmente reconhecida a importância central da inovação no desenvolvimento econômico das sociedades.

Do estudo realizado na disciplina de *Introdução à Economia* no primeiro Módulo deste curso, você aprendeu que novos produtos criam novos mercados consumidores e novos processos de produção podem significar menores custos de produção e, portanto, menores preços e aumento de vendas. Novos mecanismos de venda, por exemplo, por meio da Internet, também podem significar o alcance de novos mercados consumidores, o que acarretará aumentos de escala de produção e redução de custos. Essas são apenas algumas situações que demonstram a relevância da inovação tecnológica nas sociedades capitalistas contemporâneas.

A esta altura da disciplina – Tecnologia e Inovação – você já sabe o que é tecnologia, os seus vários conceitos; e o que é inovação, também com suas variadas definições. Há, por essa razão, a necessidade de uma referência conceitual e metodológica para estudar o processo de inovação nos dias de hoje.

A principal referência para esse fim é o *Manual de Oslo*, documento desenvolvido pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

De acordo com OECD (1997), as inovações podem ser classificadas, quanto ao seu foco, em inovações de produto, de processo e organizacionais.

As **inovações de produto** referem-se à introdução de produtos tecnologicamente novos cujas características diferem de forma significativa de todos os produtos antes produzidos. Isso inclui, também, os aperfeiçoamentos tecnológicos de produtos previamente existentes cujos desempenhos tenham sido substancialmente aprimorados por



Para conhecer mais sobre esse manual, acesse: <<http://www.esalq.usp.br/esalqtec/artigos/MANUAL%20DE%20OSLO%20-%20DIRETRIZES%20PARA%20COLETA%20E%20INTERPRETAÇÃO%20DE%20DADOS%20SOBRE%20INOVAÇÃO.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

meio de novas matérias-primas ou componentes de maior rendimento. Alguns exemplos de inovação de produto são os televisores de plasma, refrigeradores *frost-free* que não precisam de descongelamento, carros elétricos, câmeras digitais.

Já as **inovações de processo** referem-se a formas de operação tecnologicamente novas ou aprimoradas de forma substancial, que são obtidas pela introdução de novas tecnologias de produção, assim como de métodos novos ou notadamente aprimorados de manuseio e entrega de produtos. As inovações de processo alteram de modo considerável o nível de qualidade dos produtos ou dos custos de produção e entrega. Um bom exemplo é o sistema de autosserviço nos restaurantes que barateou significativamente o custo e o tempo para fazer as refeições nesses estabelecimentos.

As **inovações organizacionais**, por sua vez, referem-se a mudanças que ocorrem na estrutura gerencial da empresa, na forma de articulação entre suas diferentes áreas, na especialização dos trabalhadores, no relacionamento com fornecedores e clientes e nas múltiplas técnicas de organização dos processos de negócios. Como exemplo, a adoção de técnicas *Just-in-time* nos processos produtivos da organização.

No que se refere ao grau de novidade, as inovações podem ser radicais ou incrementais.

As **inovações radicais** representam o desenvolvimento e a introdução de novos produtos, processos ou formas de organização totalmente novos, para os quais não há precedente. Esse tipo de inovação rompe com os padrões tecnológicos anteriores, dando origem a novos mercados, setores ou indústrias.

As **inovações incrementais**, por outro lado, conforme observa Tigre (2006), abrangem melhorias feitas no *design* ou na qualidade dos produtos, aperfeiçoamentos em *layout* e processos, novos arranjos logísticos e organizacionais e novas práticas de suprimentos e vendas. As inovações incrementais ocorrem de forma contínua em qualquer indústria. Elas não derivam necessariamente de atividades de Pesquisa e Desenvolvimento e, comumente, resultam do processo de aprendizado interno e da capacitação acumulada.

Você viu isso
detalhadamente em
Gestão de Operações e
Logística I, no Módulo 5.



Um bom exercício que você pode fazer para se autoavaliar é caracterizar cada uma dessas categorias de inovação indicadas anteriormente e dar, pelo menos, mais um exemplo de cada.

Observe, porém, que a introdução de um novo produto, processo ou forma organizacional na sociedade é apenas uma parte do processo de inovação. A partir dessa introdução pioneira, indivíduos ou firmas decidem adotar a nova tecnologia em um processo chamado de **adoção**. A disseminação dessa nova tecnologia pela sociedade é chamada de **difusão**. Vejamos isso com mais detalhes. Apenas as tecnologias que se difundem, impactam de modo significativo a economia e a sociedade.

O Processo de Adoção

Segundo Rogers (1995), alguns atributos técnicos influenciam os potenciais adotantes de uma inovação. Por adotante entendemos ser aquele que adota uma ideia ou produto lançado no mercado e para isso faz uma análise prévia para tomada de decisão.

Em primeiro lugar, os potenciais adotantes observam a vantagem relativa da inovação, ou seja, procuram saber se essa inovação oferece significativa vantagem, em termos de qualidade ou custos, por exemplo, em relação àquilo que ela substitui. Observam a complexidade da inovação, buscando inovações que podem ser entendidas e adotadas sem grandes dificuldades. Os potenciais adotantes analisam a compatibilidade da inovação com suas necessidades, com seus modos de fazer as coisas e com as normas sociais vigentes. Além disso, observam, também, os aspectos relacionados com a “testabilidade” da inovação, ou seja, a possibilidade de testá-la ou de experimentá-la antes de adotá-la. E, por fim, leva-se em consideração a “observabilidade” da inovação, ou seja, o quanto visível é a mensuração dos resultados da inovação.

Simplificando, o potencial adotante faz uma análise do custo-benefício da mudança para a nova tecnologia e, se o resultado parecer compensador, ele adota a nova tecnologia. É claro que os fatores que compõem os itens custos e benefícios são variáveis para cada potencial adotante em cada nova situação.

Faça um exercício pessoal e tente verificar o seu perfil de potencial adotante, de acordo com as cinco categorias propostas por Rogers para alguns novos produtos como televisão de plasma ou LCD, pen drive ou centrífuga de frutas para sucos. Você observou outros fatores que parecem influenciar em sua decisão de adotar ou não uma dessas novas tecnologias? Anote-os.

Certamente que algum ou vários dos fatores que você listou como influenciadores de sua decisão para adoção de uma nova tecnologia não estão incluídos nas cinco categorias apresentadas anteriormente. Isso porque naquela lista estão fatores técnicos, relacionados à tecnologia em si. No entanto, fatores econômicos e institucionais, provavelmente listados por você, também são relevantes.

O Processo de Difusão

Os processos de inovação e difusão não podem ser totalmente separados, uma vez que, em muitos casos, a difusão contribui para o processo de geração de inovações. A difusão de um produto ou processo no mercado revela problemas que podem ser corrigidos em novas versões. Assim, os *feedbacks* alimentam e direcionam a trajetória da inovação, revelando as diferentes necessidades dos usuários por soluções técnicas. Dessa maneira, a difusão torna-se parte intrínseca da inovação.

O processo de difusão tecnológica pode ser analisado a partir de três dimensões:

- ▶ trajetória tecnológica;
- ▶ velocidade de difusão; e
- ▶ fatores institucionais.

Trajetória Tecnológica

A trajetória assumida por uma determinada tecnologia refere-se às opções técnicas adotadas ao longo do tempo. Essa trajetória

inclui, por exemplo, decisões sobre materiais utilizados, processos de fabricação, tecnologias complementares, áreas de aplicação e outras decisões essenciais para viabilizar uma nova tecnologia e adaptá-la às necessidades de demanda.

Velocidade de Difusão

A velocidade de difusão de uma tecnologia é medida pela evolução do número total de adotantes ao longo do tempo dentro do universo potencial de usuários. A velocidade de difusão depende, como vimos anteriormente, de alguns atributos técnicos elencados por Rogers (1995). O ritmo de difusão tecnológica pode ser previsto a partir de modelos analíticos que procuram descrever o padrão evolutivo das tecnologias. Normalmente, o resultado é uma curva em formato de S.

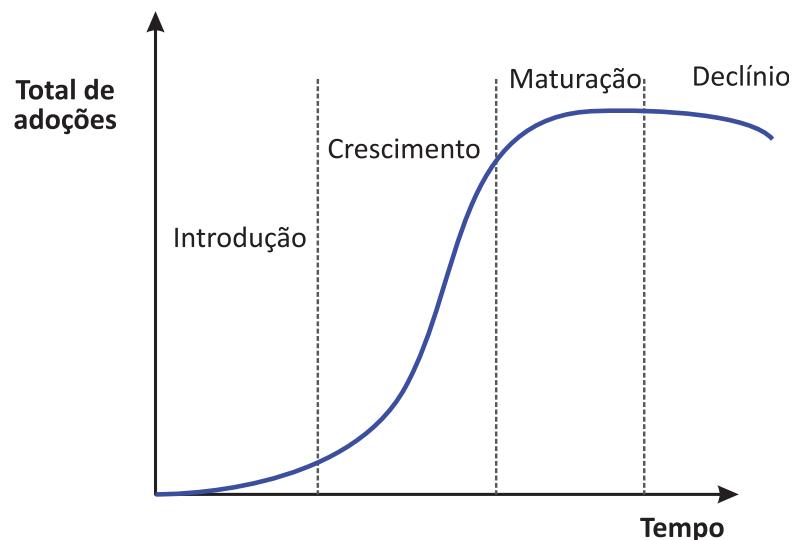


Figura 5: Curva S representando o acúmulo de adoções ou o processo de difusão de uma tecnologia

Fonte: Adaptada de Rogers (1995)

A partir desse modelo de difusão (Curva em S), associa-se o conceito de **ciclo de vida** da tecnologia, composto de quatro fases distintas, conforme a Figura 5. A primeira é a fase de **introdução**, em que apenas um pequeno número de pessoas ou firmas adota a nova tecnologia. Nessa fase, há muitas incertezas quanto aos resultados dessa adoção. À medida que os adotantes pioneiros têm sucesso e ocorrem melhorias sucessivas na tecnologia, dá-se a aceleração do

processo de adoção e a curva de difusão entra na chamada fase de **crescimento**. As inovações sucedem-se e, na fase de **maturação**, as vendas começam a estabilizar-se. Na fase de **declínio**, alguns usuários passam a adotar tecnologias que substituem a anterior.

A difusão de tecnologias não segue necessariamente o padrão S. Algumas passam diretamente do crescimento ao declínio, pulando a fase de maturidade. A tecnologia do fax constitui um bom exemplo das diferentes fases do ciclo de vida das inovações. O sistema foi introduzido nos anos de 1980 e causou grande impacto nas telecomunicações, na medida em que possibilitava a transmissão de textos e imagens por via telefônica com grandes vantagens em relação à tecnologia telex utilizada até então para a transmissão de textos. O sucesso foi imediato, permitindo um crescimento das vendas até a primeira metade da década de 1990, quando o fax entrou em seu período de maturação. A partir de então, o advento da internet e a rápida difusão do uso do *e-mail* tornaram o produto obsoleto, levando-o à fase de declínio. O fax não deixou de existir, mas hoje seu uso se limita ao nicho de mercado de transmissão de documentos não digitalizados que precisem exibir assinaturas e carimbos (TIGRE, 2006).

Outra observação interessante é quanto à velocidade de difusão das inovações: algumas se difundem rapidamente como a eletricidade que, em 30 anos (de 1910 a 1940), havia conquistado quase 100% do mercado norte-americano de energia residencial enquanto a máquina de lavar, em 60 anos (de 1920 a 1980), atingiu 70% dos lares daquele país (HALL, 2005).

Fatores Institucionais

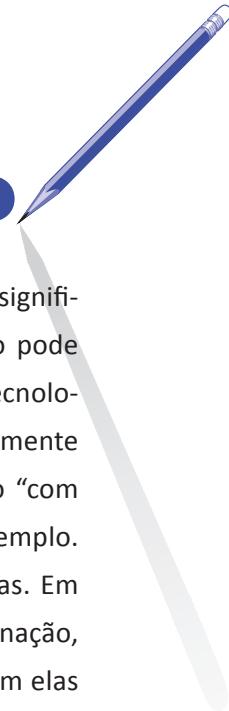
De acordo com Tigre (2006), os fatores institucionais que condicionam o processo de difusão tecnológica incluem a disponibilidade de financiamentos e de incentivos fiscais à inovação, a existência de um sistema de propriedade intelectual e de capital humano e instituições de apoio, para citar alguns exemplos. Os fatores institucionais que condicionam a difusão de novas tecnologias também podem incluir a estratificação social, a cultura, a religião, o marco regulatório e o regime jurídico do setor ou do país.

Complementando...

Para você complementar os estudos desta Unidade, sugerimos o site a seguir:

💡 *Desenvolvimento do automóvel* – acompanhe a interessantíssima história do desenvolvimento do automóvel e observe a sequência de inovações tecnológicas: a propulsão de um veículo por uma máquina a vapor (1801); o desenvolvimento do motor a combustão interna por Otto (1876); o uso desse motor para propulsão dos automóveis por Gottlieb Daimler e Karl Benz (1886), quando um automóvel alcança 16 km/h; o desenvolvimento do carburador por Mayback (1890), conseguindo o recorde mundial de velocidade de 64,4 km/h. Não deixe de consultar, no mesmo site, a seção *Pioneiros do automóvel*. Disponível em: <<http://www.brasil.discovery.uol.com.br/motores/pioneiros-do-automovel-henry-ford/>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

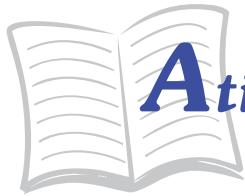
Resumindo



No início da Unidade 1, você viu que Tecnologia significa “a forma utilizada para realizar as tarefas”. O termo pode ser usado de forma genérica como na expressão “a tecnologia para produção de alimentos está sendo continuamente melhorada” ou de forma específica como na expressão “com a nova tecnologia de branqueamento sem cloro”, por exemplo. Já o termo Inovação pode ser entendido de duas formas. Em primeiro lugar, como um processo de geração e disseminação, na malha econômica e social, de novas tecnologias, sejam elas efetivamente um novo produto ou serviço ou uma nova forma de se exercer determinada atividade utilizando novos recursos ou os recursos existentes combinados de nova maneira. E, em segundo lugar, como resultado desse processo de inovação, é a criação do produto ou artefato. Uma observação importante é quanto ao caráter sistêmico e integrado da inovação: as mudanças que observamos não se devem à inovação isolada, mas sim a uma sucessão de inovações tecnológicas e organizacionais radicais e incrementais em um contexto social e econômico favorável.

Na segunda parte desta Unidade, você viu que a partir das primeiras décadas do século XX, as mudanças nos modos de produção, tecnológicas ou organizacionais, passaram a ter uma influência tão significativa sobre a economia e a sociedade que, de modo geral, tornaram-se objeto de estudo e investigação. Os conceitos de ciência, tecnologia e inovação foram explicitados e interligados.

São duas as constatações sobre ciência, tecnologia e inovação que devem ser ressaltadas aqui. Em primeiro lugar, o conhecimento científico adquiriu um papel fundamental no processo de desenvolvimento de novas tecnologias: a ciência, então, constituiu-se como base para as novas tecnologias. Em segundo lugar, o processo de inovação tecnológica, resultado do avanço do conhecimento científico-tecnológico, inseriu-se no sistema socioeconômico e passou a ser justificado pelo seu valor econômico. Desde então, a importância da articulação entre as esferas científica e tecnológica, de maneira a impulsivar o processo de inovação, passou a ser reconhecida.



Atividades de aprendizagem

Caro estudante, com as informações dadas até aqui você é capaz de responder a alguns questionamentos. Vamos lá?

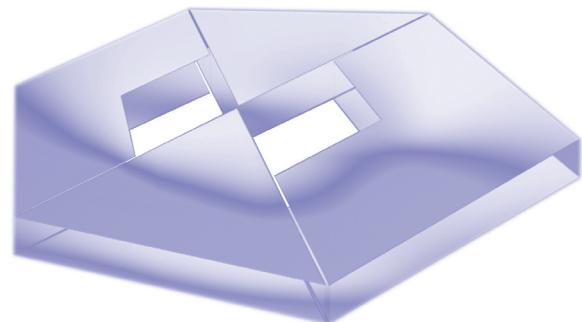
1. O que você, a partir do nosso estudo, entende por Tecnologia e por Ciência? Retome suas anotações, feitas durante a leitura desta Unidade sobre *Tecnologia e Ciência*, e compare o seu entendimento acerca desses termos. Você percebe que aprendeu?
2. Toda inovação é tecnológica? Justifique sua resposta.
3. Dê exemplos de inovações de produto e de processo. Discuta a relevância dessa classificação.
4. As inovações provêm da busca de soluções para problemas existentes ou as pessoas inventam e desenvolvem coisas para as quais há necessidade de buscar utilidade?
5. A necessidade percebida ou criada é suficiente para termos uma inovação?
6. Como a utilização de cada um dos modelos explicativos para o fenômeno da inovação tecnológica (linear, linear reverso, *chain linked* e sistêmico) pode influenciar políticas públicas voltadas para o incentivo à inovação?
7. Você poderia citar alguns dos fatores que podem fazer com que uma nova tecnologia não substitua, necessariamente, a tecnologia anterior, que ela veio substituir? Como a curva S, apresentada na Figura 5, seria modificada nesse caso?

8. Considerando o ciclo de vida de uma tecnologia, indique quais são os tipos de inovação (radical/incremental, produto/processo/orgânico) que devem predominar em cada uma das fases. Justifique.
9. Recentemente, vivenciamos a polêmica questão da introdução de alimentos transgênicos em nossa dieta. Como o quadro político, social e regulatório tem influenciado na difusão dessa nova tecnologia?

■ ■ ■

UNIDADE 2

INDICADORES E CONDICIONANTES DO PROCESSO DE INOVAÇÃO



OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE APRENDIZAGEM

Ao finalizar esta Unidade, você deverá ser capaz de:

- ▶ Conhecer e manusear os principais indicadores de inovação tecnológica e suas fontes;
- ▶ Compreender os principais fatores causadores de especificidades na inovação; e
- ▶ Descrever as situações da inovação tecnológica em seu município, estado e país.

INDICADORES E CONDICIONANTES DO PROCESSO DE INOVAÇÃO

Caro estudante,

Neste ponto da disciplina, é bem provável que o entendimento do conceito de inovação e da relação desta com ciência e tecnologia estejam claros. Se, no entanto, ainda persistirem as dúvidas, convido-o a voltar ao texto para esclarecer os pontos obscuros; pois, nesta Unidade, você irá aprofundar significativamente seu entendimento acerca da inovação, especialmente no Brasil e, para isso, você utilizará indicadores. Eles são ferramentas valiosíssimas de apoio à decisão, como você deve se lembrar de ter visto na disciplina Organizações, Processos e Tomada de Decisão no Módulo 4 e, portanto, para tomar decisões relacionadas à inovação tecnológica, um administrador público não pode prescindir dos indicadores, certo? Começando esta Unidade, os indicadores de inovação serão usados para mostrar-lhe que o complexo processo de inovação tecnológica não é homogêneo, mas condicionado por diversos fatores, como o setor de atividade econômica e a localização geográfica, por exemplo.

Agora, ao trabalho!

Indicadores de Inovação Tecnológica

O entendimento de qualquer processo de interesse ocorre ao observarmos o que entra no processo; o processo de transformação em si; e o que dele resulta, ou seja, seus resultados.

No caso da preparação de um prato de receita consagrada, por exemplo, sabemos quais são os ingredientes necessários, sua proporção

e o modo de preparo (informações contidas na receita) e o resultado esperado. Os indicadores usados para garantir o resultado desejado podem ser os de entrada: as quantidades e ordem de acréscimo dos ingredientes; os de processo, dizem respeito: à temperatura e ao tempo de preparo, por exemplo; e os indicadores de saída: o índice de satisfação dos comensais com o prato.

Se, no entanto, estamos falando da criação de um prato novo por um *chef* renomado para destacar nosso restaurante, não dispomos da receita. Como saber se vamos obter sucesso com tal receita? Não temos garantias. Contudo, podemos usar indicadores para aumentar as nossas chances de êxito. Ao escolher o *chef*, podemos ver em quantos concursos ele já foi premiado, a qualificação dos restaurantes em que já trabalhou, por exemplo. Teremos que lhe dar tempo e recursos para criar sua receita – dinheiro para os ingredientes e para os utensílios e, depois disso, verificar o índice de satisfação de nossos clientes com o prato criado, contando a frequência de pedidos, os elogios ou as críticas a ele.

É interessante observar que no segundo caso (a contratação de um *chef*), o controle sobre o resultado do processo é bem menor do que no primeiro. Observe também que os indicadores escolhidos dependem do modo de pensar em como deve se dar o processo de criação de uma receita de sucesso. No exemplo apresentado, acreditamos que o sucesso dependa do talento do *chef* e da qualidade dos ingredientes e dos utensílios disponíveis (recursos que podem ser usados).

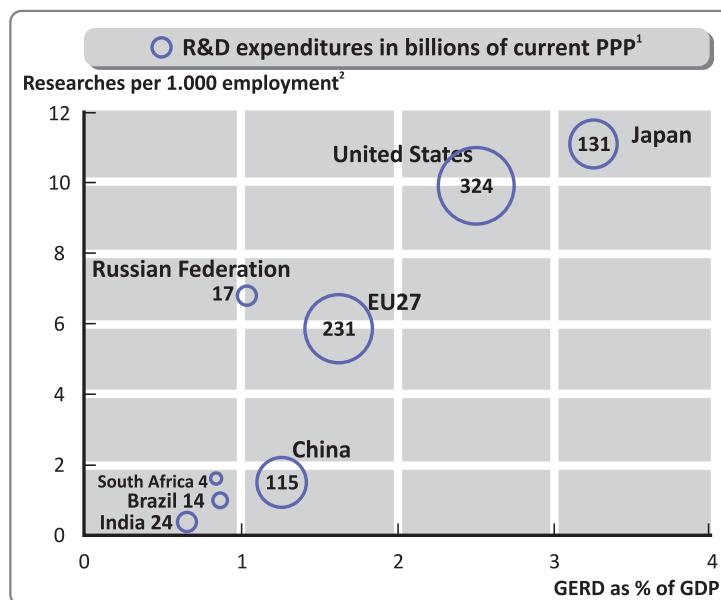
O processo de inovação assemelha-se mais à genialidade de um grande *chef* do que simplesmente seguir uma receita consagrada, já que o processo de desenvolvimento de novos conhecimentos e de novas aplicações para os conhecimentos existentes não é padronizado.

Dada essa explicação sobre indicadores usando a culinária como exemplo, vamos avançar no estudo do uso de indicadores para compreender o processo de inovação tecnológica.

O uso do modelo linear que valoriza as atividades de Pesquisa e Desenvolvimento como motores para a inovação tecnológica levou à utilização dos gastos em P&D como o principal indicador de entrada do processo de inovação.

Os gastos em P&D “indicam” o esforço feito pelos setores privado e governamental em Ciência e Tecnologia.

O gasto realizado em P&D é analisado de duas formas: absoluta (valores em unidades monetárias, como dólares) e relativa (percentual do PIB) e, além disso, denominado Gasto Doméstico Bruto em P&D como um percentual do PIB. O gasto realizado em Pesquisa e Desenvolvimento consiste no gasto total em P&D de todas as empresas residentes, institutos de pesquisa, laboratórios governamentais e de universidades. Exclui os gastos financiados por firmas nacionais, mas realizados em outro país (OECD, 2008). O gráfico apresentado na Figura 6 indica os gastos em P&D de países selecionados em 2005.



Notas:

¹ - O tamanho dos círculos indica o gasto em P&D em bilhões de dólares PPP ou Poder Paritário de Compra. Os dados para o Brasil, Índia e África do Sul são de 2004.

² - Para pesquisadores por 1.000 pessoas empregadas: Índia 2000 e EU27 2004.

Figura 6: Gastos brutos em P&D como percentual do PIB, em dólares norte-americanos PPP e pesquisadores por 1.000 pessoas empregadas

Fonte: OECD (2008)

Como você deve lembrar-se da Unidade 1, Pesquisa e Desenvolvimento compreendem o trabalho criativo feito de forma sistemática para aumentar o estoque de conhecimento da humanidade e suas aplicações e inclui três atividades: pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento.

*PPP (Purchasing Power Parity) – ou PPC (Paridade de Poder de Compra), em português, é um parâmetro que permite comparar o poder de compra das moedas dos diversos países. A PPC é calculada a partir de uma cesta de bens que é regularmente especificada nos diferentes países. Para cada um deles, o preço dessa cesta de bens em moeda local é comparado com o preço dessa mesma cesta em moeda de outro país, geralmente em dólar americano, que é a referência mais utilizada. Fonte: Elaborado pela autora deste livro.

trabalhadores empregados (acima de 11). Na China, por outro lado, o alto valor de investimento absoluto em P&D em 2005 (em torno de 115 bilhões de dólares PPP) representava uma fração pequena do seu PIB. O Brasil, em 2004, investiu cerca de 14 bilhões de dólares PPP em P&D, o que representou um pouco mais de 0,9% do PIB nacional, empregando aproximadamente 1 pesquisador para cada 1.000 trabalhadores empregados.

As informações apresentadas na Figura 6 são, no entanto, estáticas. Uma visão mais completa do esforço em P&D é dada pela observação da variação ao longo do tempo destes indicadores. A Figura 7 mostra a variação do percentual do PIB gasto em P&D para os mesmos países selecionados na Figura 6.

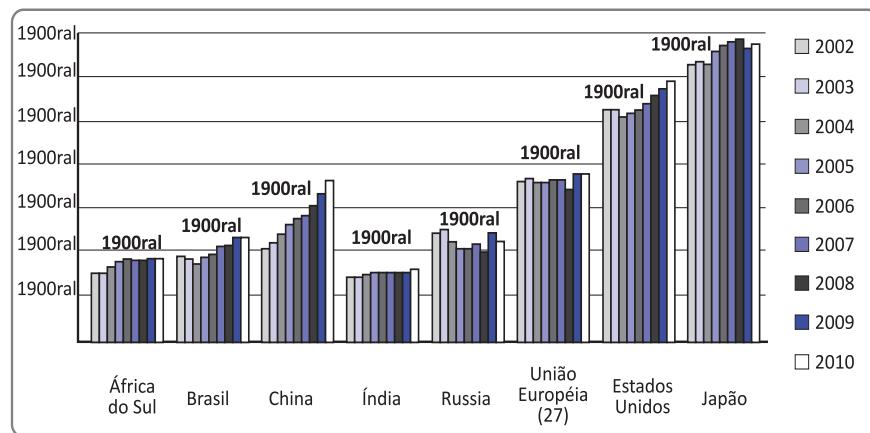


Figura 7: Gasto doméstico bruto em P&D como percentual do PIB para países selecionados (2002-2010)

Fonte: OECD (2012)

Observe a tendência de crescimento de investimento em P&D no Brasil, China, Estados Unidos, Japão e União Europeia com destaque para o crescimento acelerado da China neste item.

Além dos indicadores que acabamos de discutir, são utilizados outros indicadores de entrada quando se trata de Tecnologia e Inovação. Ainda ao que se refere a recursos financeiros, utiliza-se o Investimento em Conhecimento para o qual são somados gastos em P&D, gastos com educação superior pública e privada e investimento em software.

Particularmente, os Recursos Humanos em Ciência e Tecnologia (C&T) são o principal pilar para a inovação. Eles são definidos, de

acordo com o [Manual de Canberra](#) (OECD, 1995), como pessoas graduadas no terceiro nível de educação ou pessoas empregadas em ocupações de C&T para as quais são exigidas altas qualificações e o potencial de inovação é alto. Entre os indicadores relacionados com Recursos Humanos em C&T podem ser citados o número de graduados por ano (em geral, por região, por curso, estrangeiros e nacionais, por exemplo); número de pós-graduados, pessoal empregado em P&D e ganho por nível educacional. Na Figura 8, mostramos o número de pesquisadores por 10.000 pessoas empregadas em 2005 para países selecionados.

Saiba mais

Manual de Canberra

É um documento proposto pelos países membros da OCDE, concluído na cidade de Canberra, Austrália, em 1995, que busca estabelecer uma estrutura de indicadores sobre estoques e fluxos dos recursos humanos em ciência e tecnologia com vistas a identificar seu perfil e suas tendências como subsídio às políticas nacionais que tratam desse tema. Fonte: Elaborado pela autora deste livro.

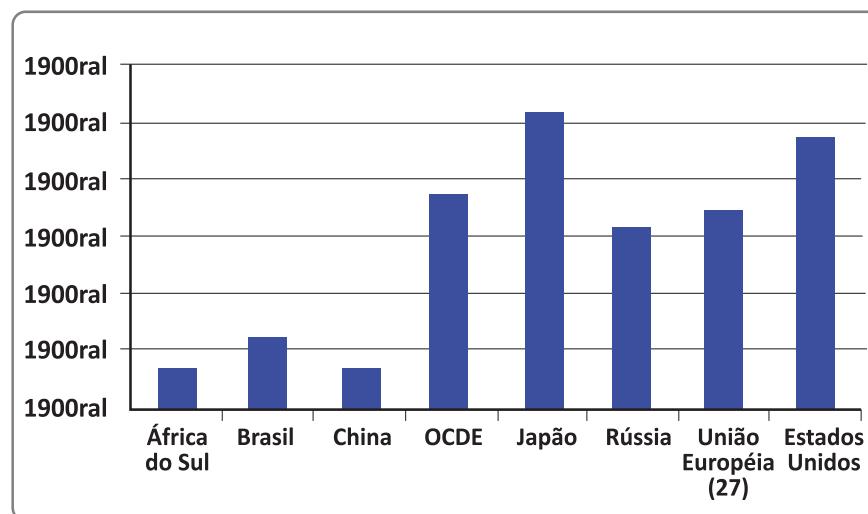
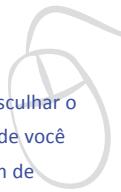


Figura 8: Pesquisadores por 10.000 empregados, em países selecionados (2010)

Fonte: OECD (2012)

Neste ponto, você já poderia concluir sobre as políticas adotadas nos países selecionados a partir das informações das Figuras 6, 7 e 8? Quais seriam? Anote-as para compartilhá-las com seus colegas.

Até aqui, caro aluno, você foi apresentado a alguns dos principais indicadores de entrada em Tecnologia e Inovação. A partir daqui,



Não deixe de vasculhar o site da OECD onde você encontrará, além de dados sobre economia, ciência e tecnologia, outros relacionados com conhecimento, indústria, desenvolvimento sustentável e muito mais. O site pode ser acessado em inglês ou francês, e é obrigação de qualquer administrador público conhecê-lo. Disponível em: <<http://www.oecd.org/>>. Acesso em: 9 mar. 2016. Outro endereço que você, estudante, não pode deixar de acessar é: <<http://puck.sourceoecd.org/vl=1680025/cl=22/nw=1/rpsv/sti%202007/index.htm>>. Acesso em: 9 mar. 2016. Esse site é específico para a área de C&T. Vale a pena esforçar-se e explorá-lo!

vamos aprofundar nosso estudo focalizando o grupo de indicadores que se referem especificamente às políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação. Compõem este grupo indicadores tais como:

- ▶ proporção pública/privada do financiamento para P&D;
- ▶ orçamento governamental para P&D;
- ▶ isenção de impostos devido à P&D (usada como mecanismo indireto para incentivo aos gastos empresariais em P&D); e
- ▶ empreendedorismo (a taxa de crescimento dos negócios – nascimento menos encerramento - é usada como medida do dinamismo econômico do local).

Finalmente, há o grupo de indicadores relacionados com o resultado do esforço feito, que também são chamados de indicadores de saída. Há três categorias de indicadores de desempenho: artigos científicos, patentes e os indicadores de inovação propriamente dita. Os indicadores relacionados com o número de artigos científicos refletem a produção de conhecimento científico. Aqueles relacionados com o número de patentes indicam a produção de conhecimento incorporado em produtos ou processos, ou seja, a produção tecnológica.

Vamos iniciar conhecendo alguns indicadores relacionados à produção científica.



Saiba mais

Institute for Scientific Information (ISI)

Em português, Instituto para a Informação Científica, foi fundado em 1960 por Eugene Garfield e atualmente é um componente da Thomson Reuters Corporation. O ISI oferece serviços de bases de dados bibliográficos. A especialidade do ISI é a indexação de citações de artigos científicos, que cobre mais de 14.000 periódicos científicos. Suas principais bases de dados são o *Science Citation Index* – SCI, o *Social Sciences Citation Index* – SSCI e o *Arts and Humanities Citation Index* – AHCI. O ISI também publica uma lista com os pesquisadores mais citados. Fonte: Elaborado pela autora deste livro.

Na Figura 9 são apresentados dados referentes ao número de artigos publicados em periódicos científicos indexados no *Institute for Scientific Information* (ISI), no ano de 2009.

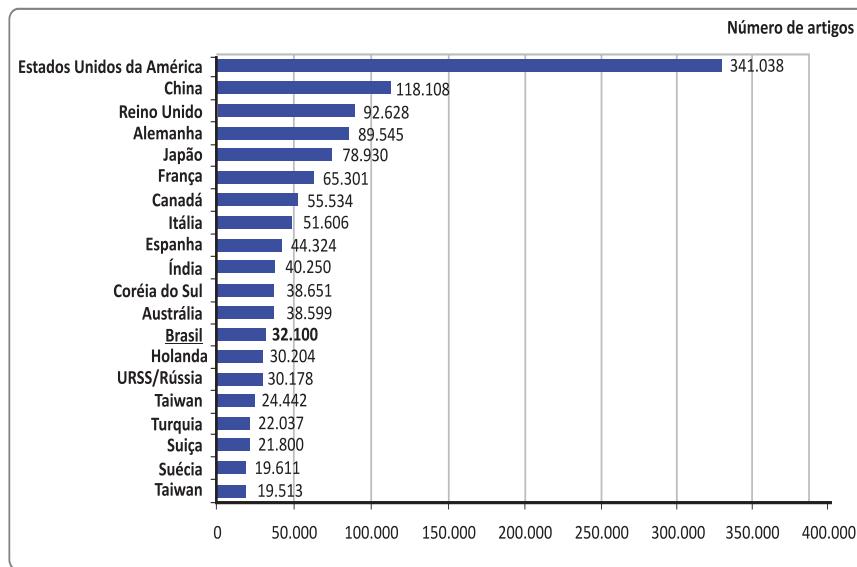


Figura 9: Vinte países com maior número de artigos publicados em periódicos científicos indexados no ISI, 2009

Fonte: Brasil (2010b)

Novamente, é interessante observar a evolução de um indicador ao longo do tempo. Na Tabela 1 é apresentada a evolução das publicações científicas internacionais em periódicos indexados no ISI entre 1981 e 2009.

Tabela 1: Variação do número de artigos publicados por diversos países em periódicos científicos indexados no ISI, 1981/2009

Posição	País	1981	2006	Variação % 2006/1981
1	Coréia do Sul	241	38.651	15.937,8
2	China	1.204	118.108	9.709,6
3	Turquia	337	22.037	6.439,2
4	Taiwan	531	24.442	4.503,0
5	Brasil	1.949	32.100	1.547,0
6	Espanha	3.290	44.324	1.247,2
7	Itália	9.639	51.606	435,4
8	Holanda	7.355	30.204	310,7
9	Polônia	4.825	19.513	304,4
10	Austrália	10.782	38.599	258,0
11	Suíça	6.245	21.800	249,1
12	Índia	13.827	40.250	191,1
13	Japão	27.950	78.930	182,4

POSIÇÃO	PAÍS	1981	2006	VARIAÇÃO % 2006/1981
14	Suécia	7.011	19.611	179,7
15	França	23.610	65.301	176,6
16	Canadá	20.663	55.534	168,8
17	Alemanha	35.152	89.545	154,7
18	Reino Unido	39.991	92.628	131,6
19	Estados Unidos	183.104	341.038	86,3
20	Rússia	24.621	30.178	22,6

Fonte: Brasil (2011)

Vamos entender um pouco mais a Tabela 1. É interessante notar o crescimento impressionante em termos científicos da Coreia do Sul, Taiwan, Turquia e da China bem como a variação negativa da Rússia. O Brasil apresentou um crescimento de praticamente 800% no período, superior aos dos líderes mundiais em publicações como EUA, Reino Unido, Alemanha e Japão, mas não tão expressivo como o Leste Asiático.

Outros indicadores são comumente usados para análise de PD&I, como a produção científica pelo número de pesquisadores ou pelo investimento em P&D feito no período. Você, como administrador público, poderá sentir a necessidade de ter outros indicadores elaborados a partir desses básicos e deverá buscar fontes de dados adequadas para construí-los.

O número de **patentes*** é internacionalmente considerado como um dos indicadores relevantes para se avaliar a capacidade do país transformar o conhecimento científico em produto ou resultado tecnológico. A despeito de esse indicador possuir algumas limitações, tendo em vista que não há um comportamento homogêneo entre as empresas de diferentes setores de atividade econômica frente às patentes, permite uma aproximação razoável dos resultados da atividade de inovação.

O Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) é o órgão responsável pela concessão de patentes no Brasil. Seus correspondentes internacionais são: European Patent Office (EPO), na Europa; Japan Patent Office (JPO), no Japão; US Patent and Trademark Office (USPTO), nos Estados Unidos. As patentes mais valiosas são geralmente

O site do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) contém uma seção específica de indicadores nacionais de C&T que você poderá consultar. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/740.html>>. Acesso em: 9 mar. 2016. Outra fonte de consultas são os sites das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (FAP).

*Patente – título que assegura ao autor de uma invenção sua propriedade e uso exclusivos. Fonte: Houaiss (2009).

depositadas nos três escritórios já que os direitos de propriedade são garantidos nos limites políticos de cada nação.

Na Figura 10 mostramos a evolução da concessão de patentes pelo INPI para residentes e não residentes no Brasil, de 1998 a 2008.

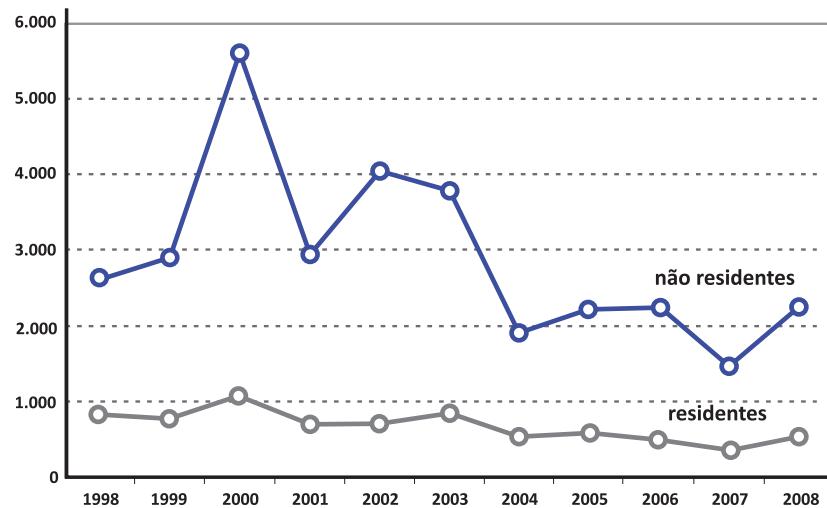


Figura 10: Concessão de patentes pelo INPI, segundo a origem do depositante, entre 1998 e 2008

Fonte: Brasil (2010a)

Observam-se picos no número de patentes depositadas no Brasil devido aos depósitos feitos por não residentes. Apesar dos picos, houve uma tendência de decréscimo no número de patentes depositadas por não residentes enquanto os depósitos de residentes mantiveram-se em declínio no período observado.

Uma comparação internacional é apresentada na Figura 11. As comparações internacionais devem ser vistas sempre com cautela devido à dificuldade de comparação de dados coletados de forma diferente. É importante notar que, como o número de patentes depositado em cada país tem relação com os recursos nacionais aplicados em P&D e também decorre do número de pesquisadores envolvidos em C&T de cada país, sendo ambos muito variáveis entre os países selecionados, o MCT, ao elaborar esse gráfico, ponderou o número de patentes depositadas pelo Produto Interno Bruto (PIB). Uma melhor avaliação poderia ser feita se a ponderação fosse em relação ao PIB investido em P&D, certo?

Você pode saber mais sobre propriedade intelectual incluindo patentes, marcas, direitos autorais visitando o site do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

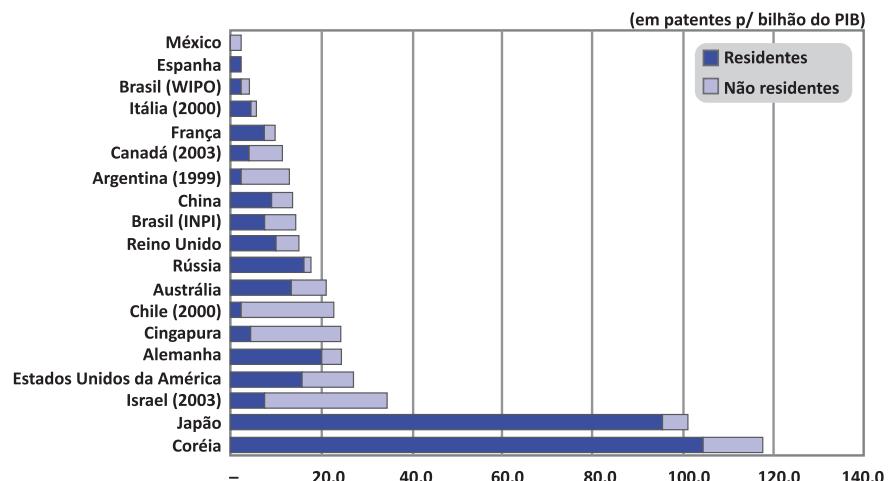


Figura 11: Depósito de patentes de invenção nos escritórios nacionais em relação ao Produto Interno Bruto, em 2004

Fonte: Brasil (2006)

Quais são as principais conclusões a que você poderia chegar analisando o gráfico apresentado na Figura 11? Você necessitaria de outros indicadores para completar seu raciocínio? Pense em pelo menos um.

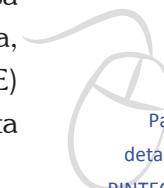
Finalmente, para concluir o seu estudo sobre indicadores de Tecnologia e Inovação, você deverá recordar os conceitos vistos na Unidade 1 sobre inovação, adoção e difusão de novas tecnologias. Lá você viu vários conceitos de inovação tecnológica, certo? Porém, para sermos capazes de estabelecer indicadores de inovação tecnológica é imprescindível estabelecer um conceito único, que seja referencial. E qual seria ele?

Esse manual está disponível na íntegra, inclusive para download, no endereço <<http://www.esalq.usp.br/esalqtec/artigos/MANUAL%20DE%20OSLO%20-%20Diretrizes%20para%20Coleta%20e%20Interpretacao%20de%20Dados%20sobre%20Inovacao.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

A partir de uma iniciativa da OCDE, foi publicada, em 1992, a primeira edição do *Manual de Oslo*, em inglês e francês. Nesse manual, além da padronização dos conceitos, foram propostos padrões de medição servindo, portanto, para guiar medições feitas nos diversos países e, posteriormente, comparações entre eles. A segunda edição

do *Manual de Oslo* foi em 1996 e a terceira em 2005. Em 2004, a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) traduziu a segunda edição do *Manual de Oslo* para o português.

No Brasil, esse manual é o documento-base para a Pesquisa de Inovação Tecnológica, mais conhecida como PINTEC, realizada, desde 2000, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a cada dois anos. A PINTEC é a principal referência de medida direta da inovação tecnológica no Brasil.



Para conhecer mais detalhes a respeito do PINTEC, acesse: <<http://www.pintec.ibge.gov.br>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

De acordo com a PINTEC, uma **inovação tecnológica** é definida pela introdução, no mercado ou na empresa, de um produto (bem ou serviço) tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado. Assim, a inovação tecnológica refere-se a produto e/ou processo novo (ou substancialmente aprimorado) para a empresa, não sendo, necessariamente, novo para o mercado de atuação.

Ainda de acordo com a PINTEC, a inovação pode ter sido desenvolvida pela empresa ou ter sido adquirida de outra empresa/instituição que a desenvolveu. A inovação pode resultar de pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos realizados no interior das empresas (P&D), de novas combinações de tecnologias existentes, da aplicação de tecnologias existentes em novos usos ou da utilização de novos conhecimentos adquiridos pela empresa. As inovações de produto e processo são diferenciadas de acordo com o seu grau de novidade:

- ▶ inovação para a empresa, mas já existente no mercado/setor;
- ▶ inovação para a empresa e para o mercado/setor; e
- ▶ inovação para o mundo.

Repare que nessa perspectiva da PINTEC, o grau de novidade é variado. Nos exemplos que você havia visto na Unidade anterior, o grau de novidade era máximo, ou seja, tratavam-se de inovações para o mundo (máquina a vapor, motor a combustão interna, lâmpada

incandescente, linha de produção, por exemplo). A PINTEC, porém, considera outros dois graus de novidade: a inovação para o mercado ou setor, e a inovação apenas para a empresa que, sequer, foi desenvolvida por ela mesma.

Assim, quando a PINTEC considera uma inovação para a empresa, mas que já existe no mercado, está levando em conta aquelas empresas que estão difundindo uma nova tecnologia. Ao considerar uma inovação para a empresa e para o mercado, a pesquisa está incluindo aqueles que são pioneiros na difusão de uma nova tecnologia. E, finalmente, ao considerar uma inovação para o mundo, está tratando da introdução pioneira na nova tecnologia. Isso significa que a PINTEC utiliza um conceito de inovação que inclui os processos de adoção/difusão das novas tecnologias como parte do processo de inovação.

Vale a pena uma observação aqui: no caso de entidades em processo de **catching up**^{*}, sejam elas países, regiões ou firmas, a difusão pode ser a parte mais importante do processo de inovação e, nesse caso, deve ser valorizada por si mesma.

Portanto, a PINTEC tem a preocupação de incorporar as peculiaridades do processo inovador das empresas brasileiras ao adotar o conceito abrangente de inovação utilizado pelo *Manual de Oslo*. Tal conceito é adequado para entender os esforços tecnológicos das empresas industriais brasileiras, que, em sua maioria, são de pequeno porte e não realizam atividades formais de P&D. De forma geral, são esforços para utilizar inovações já introduzidas por outras empresas.

***Catching up** – é a redução do hiato tecnológico por meio da rápida incorporação de tecnologias já existentes enquanto *leapfrogging* refere-se à queima de etapas no processo de *catching up* graças ao aproveitamento de janelas de oportunidades abertas por inovação radical. Fonte: Tigre (2006, p. 147).

Na próxima seção, você será levado a conhecer a utilização de diversos indicadores para informar como está o processo de inovação tecnológica em dada unidade geográfica de interesse (país, região, município, por exemplo). No entanto,

recomendamos que não deixe de se exercitar numa consulta à PINTEC. Esses exercícios vão lhe dar a possibilidade de compreender melhor a inovação tecnológica na sua região, no seu município, no local onde você vive. Explore-a!

CONDICIONANTES DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Caro estudante,

Como você deve se lembrar, foi dito no início desta Unidade que o processo de inovação tecnológica não é homogêneo. Isso significa que os dispêndios em P&D, o número de pessoas ocupadas em atividades de pesquisa ou a quantidade de patentes concedidas por ano são diferentes de um país para outro, como mostram os indicadores estudados na seção anterior e que você já havia constatado. Mesmo dentro de uma única região, existem diferenças muito significativas relacionadas, por exemplo, com o setor da economia do qual estamos tratando. Nesta seção, o objetivo é ressaltar essas diferenças e investigar algumas de suas causas. Isso o ajudará a identificar políticas públicas que possam ter eficácia sobre a inovação tecnológica. Começaremos discutindo intensidade tecnológica.

Intensidade Tecnológica

Quando você pensa em um ônibus espacial; em um arranha-céu com 1.000 metros de altura, como o *Sky City*, projeto arquitetônico japonês; em um sapato superconfortável com a tecnologia “softgel”; ou um novo modelo de roupa na vitrine, você percebe claramente que a quantidade de conhecimentos sofisticados necessários para a produção de cada um deles é diferente, certo?

Como lidar com essas diferenças de conteúdos de conhecimento quando se trata de compreender, promover e gerenciar a inovação tecnológica?

Uma possibilidade de análise é fazer uso do conceito de **intensidade tecnológica**. Grossso modo, podemos dizer que são mais intensivos em tecnologia aqueles setores que contêm maior conteúdo de conhecimentos sofisticados incorporados. No entanto, não seria possível medir diretamente a intensidade tecnológica dos setores industriais e, por isso, a OCDE utiliza dois indicadores como medidas aproximadas da intensidade tecnológica:

- ▶ os gastos em P&D divididos pelo **Valor da Transformação Industrial (VTI)***;
- ▶ os gastos em P&D somados àqueles feitos em tecnologia incorporada em **bens de investimento*** e **bens intermediários*** divididos pelo valor da transformação industrial.

Dito de outra forma, são medidos os esforços internos e externos em P&D de cada setor.

Furtado e Carvalho (2005) apresentam uma tabela em que relacionam, para o caso do Brasil, usando dados de 2000, cada setor industrial com o Valor da Transformação Industrial do setor (VTI), os dispêndios feitos em P&D internamente, ou seja, pelo próprio setor, e aqueles feitos externamente ao setor, ou seja, incorporados em bens intermediários ou de investimento. Ainda, na mesma tabela, são relacionados os indicadores que mostram sua intensidade tecnológica: gastos internos em P&D/VTI e gastos totais em P&D/VTI. Observe a Tabela 2.

***Valor da transformação industrial (VTI)** – é o valor da diferença entre o Valor Bruto da Produção Industrial (VBPI) e os Custos das Operações Industriais do setor. O VBPI, por sua vez, corresponde ao conceito de valor das expedições industriais, a saber, o valor das vendas de produtos fabricados e serviços industriais prestados pela unidade local, acrescido do valor das transferências dos produtos fabricados para venda em outras unidades locais. Fonte: IBGE (2009).

***Bens de investimento** – são os bens que servem para a produção de outros bens, tais como máquinas, equipamentos, material de transporte e construção. Fonte: Sandroni (2003, p. 63).

***Bens intermediários** – são bens empregados na produção de outros bens. Os bens intermediários também podem ser definidos como os insumos que uma empresa compra de outra para a elaboração dos seus produtos. Fonte: Sandroni (2003, p. 63).

Tabela 2: Esforços de P&D da Indústria de Transformação, segundo setores (em milhões de reais) Brasil – 2008

SETORES	VALOR DA TRANSFOR-MAÇÃO INDUSTRIAL (VTI)	DISPÊNDIO			% DIS-PÊNDIO EXTERNO	INTENSIDADE	
		P&D INTERNO	P&D EX-TERNO	P&D TOTAL		P&D IN-TERNO/ VTI	P&D TOTAL/ VTI
Total manufatu-rado	620.219	10.598	1.225	11.823	10,36	1,71	1,91
Alim., Beb. e Fumo	110.297	777	35	812	4,31	0,70	0,74
Têxt., Conf. e Calçados	29.148	174	16	190	8,42	0,60	0,65
Mad. e Papel e Celulose	11.508	156	9	165	5,45	1,36	1,43
Refino e Outros	117.914	1.701	-	1.701	0,00	1,44	1,44
Produtos Químicos e Farmacêuticos	67.125	1.437	283	1.720	16,45	2,14	2,56
Borracha e Plástico	19.809	278	23	301	7,64	1,40	1,52
Min. Não-Metá-licos	20.720	72	4	76	5,26	0,35	0,37
Metalurgia Básica	57.638	296	94	390	24,10	0,51	0,68
Produtos de Metal	21.249	160	28	188	14,89	0,75	0,88
Máquinas e Equip.	29.554	392	63	455	13,85	1,33	1,54
Informática	18.142	773	311	1.084	28,69	4,26	5,98
Máq. e Material Elétrico	17.831	525	19	544	3,49	2,94	3,05
Fabricação de veí-culos automotores	70.852	3.097	285	3.382	8,43	4,37	4,77
Out. Mat. Trans-porte	12.140	650	40	690	5,80	5,35	5,68
Móveis e Diversos	16.285	102	8	110	7,27	0,63	0,68
Máq. e Material Elétrico	6.183	260	38	298	12,8	4,21	4,82
Eletrôn. e Telecom.	8.265	387	154	541	28,5	4,68	6,55
Instrumentação	2.128	70	3	73	4,1	3,29	3,43
Mat. Transporte	23.269	732	79	811	9,7	3,15	3,49
Automob.	19.322	472	76	548	13,9	2,44	2,84
Out. Mat. Trans-porte	3.947	260	2	262	0,8	6,59	6,64
Móveis e Diversos	5.497	41	5	46	10,9	0,75	0,84

Fonte: IBGE (2010)

Observe cuidadosamente a Tabela. Há muita diferença entre os diversos setores quanto ao dispêndio em P&D interno? E ao dispêndio em P&D total? No que se refere à intensidade

tecnológica dos diversos setores (observe P&D total/VTI), ela é muito variada? Quais são os setores com maior e menor intensidade tecnológica?

Agora que você já tem suas conclusões, veja como a OCDE classifica os setores de acordo com a intensidade tecnológica deles.

- ▶ **Alta intensidade tecnológica:** setores aeroespaciais; farmacêutico; de informática; eletrônica e telecomunicações; instrumentos.
- ▶ **Média-alta intensidade tecnológica:** setores de material elétrico; veículos automotores; química, excluído o setor farmacêutico; ferroviário e equipamentos de transporte; máquinas e equipamentos.
- ▶ **Média-baixa intensidade tecnológica:** setores de construção naval; borracha e produtos plásticos; coque, produtos refinados de petróleo e combustíveis nucleares; outros produtos não metálicos; metalurgia básica e produtos metálicos.
- ▶ **Baixa intensidade tecnológica:** setores de reciclagem, madeira, papel e celulose; editorial e gráfica; alimentos, bebidas e fumo; têxtil e de confecção; couro e calçados.

Essa classificação está de acordo com o que você esperava a partir dos dados da Tabela 2? Verifique similaridades e discrepâncias.

A classificação por intensidade tecnológica é interessante para identificar algumas diferenças estruturais entre o padrão de esforços para inovação tecnológica de países desenvolvidos e o padrão daqueles em desenvolvimento. Nas nações desenvolvidas, a intensidade tecnológica descreve, em geral, a velocidade de deslocamento da **fronteira tecnológica*** internacional.

*Fronteira tecnológica – refere-se ao máximo de produtividade possível de uma determinada tecnologia em uso. Isso significa que uma unidade produtiva só pode aumentar sua produtividade por meio de sua eficiência técnica quando tal unidade não está trabalhando na fronteira tecnológica. Quando a unidade está produzindo no limite da tecnologia existente, aumentos de produtividade só serão possíveis por meio do progresso tecnológico. Fonte: Elaborado pelo autor deste livro.

Nos países em desenvolvimento, essa intensidade descreve os esforços relativos realizados no processo de acompanhar a fronteira tecnológica por meio, principalmente, da difusão das novas tecnologias (FURTADO; CARVALHO, 2005). A Tabela 3 mostra a estrutura dos dispêndios da indústria manufatureira para o Brasil e alguns países selecionados.

Tabela 3: Estrutura do Dispêndio Interno da Indústria Manufatureira Brasileira, segundo Grupos de Intensidade Tecnológica (%) na Classificação da OCDE. Brasil e Países Selecionados - 1998-2001

INTENSIDADE TECNOLÓGICA	CANADÁ 2001	EUA 2000	JAPÃO 2000	CORÉIA 2000	FRANÇA 1999	ALEMANHA 2000	ITALIA 2001	NORUEGA 1998	ESPAÑHA 2000	BRASIL 2000
Alta	80,03	61,63	44,32	60,93	54,38	34,06	53,73	43,75	43,41	25,31
Média-Alta	9,84	28,97	41,68	28,08	32,32	58,05	38,81	29,04	33,92	40,11
Média-Baixa	4,99	4,78	8,63	6,93	9,22	5,59	4,85	16,73	10,93	20,97
Baixa	5,29	4,47	5,37	4,18	4,08	2,3	2,61	10,29	11,74	12,28

Fonte: Furtado e Carvalho (2005) a partir de dados da OCDE (2000) e do MCT (2004)

A comparação dos dados de intensidade tecnológica e a estrutura do dispêndio do Brasil com um grupo de países da OCDE revelam sensíveis diferenças estruturais nos padrões de esforço tecnológico. Os países em desenvolvimento, como o Brasil, realizam menos dispêndios em desenvolvimento tecnológico do que os países desenvolvidos. As diferenças são mais acentuadas nos setores de alta intensidade tecnológica do que nos de média e baixa, usando a classificação da OCDE.

A classificação a partir dos grupos de intensidade tecnológica é uma das maneiras de percebermos como são importantes as diferenças setoriais quando estamos tratando de inovação tecnológica, porém, não é a única forma de vermos a questão.

Padrões Setoriais de Inovação Tecnológica

Outra possibilidade de estrutura para melhor compreensão dos efeitos setoriais sobre o fenômeno da inovação é a utilização de uma taxonomia (classificação) que agrupe os diversos setores em categorias de acordo com um conjunto de características comuns. Dentro de cada categoria haverá certa homogeneidade que permite uma avaliação mais precisa da inovação para os setores daquela categoria bem como a formulação de instrumentos de incentivo à inovação mais adequados para os diversos setores.

Uma taxonomia de ampla utilização na literatura mundial foi proposta por Pavitt (1984), posteriormente aperfeiçoada por Tidd, Bessant e Pavitt (1997), em que são identificados cinco padrões setoriais de inovação. São eles:

- ▶ dominados por fornecedores;
- ▶ intensivos em escala;
- ▶ fornecedores especializados;
- ▶ baseados em ciência; e
- ▶ intensivos em informação.

Na Tabela 4, os dados da PINTEC foram agrupados de acordo com a taxonomia proposta por esses três autores.

A primeira categoria agrupa os **setores dominados por fornecedores**, que são compostos, predominantemente, por empresas de pequeno porte e por indústrias tradicionais como as de produtos têxteis, de vestuário, editorial e gráfica, de produtos de couros e de produtos de madeira. Esses são setores em que as principais inovações são geradas fora da indústria, sobretudo nos seus fornecedores de máquinas e equipamentos e de insumos, em geral.

A segunda categoria, os **setores intensivos em escala**, nos quais é necessário o domínio de um conjunto de conhecimentos relativamente amplo, abrangendo a tecnologia de processo e a tecnologia de produtos.

As inovações são tanto de processos, objetivando a redução de custos de produção, quanto de produtos, principalmente nos segmentos em que a diferenciação e a produção de produtos especiais são aspectos relevantes na concorrência.

Os setores intensivos em escala são formados, grosso modo, por grandes empresas e englobam as indústrias de alimentos, de bens duráveis como veículos e eletrodomésticos, de materiais eletrônicos, de mineração e metalurgia. Nesses setores, os esforços inovadores não são muito intensos.

A terceira categoria é constituída pelos **fornecedores especializados**, que correspondem a setores da indústria de máquinas, equipamentos, ferramentas e de instrumentação, bem como de softwares especializados. Essas empresas, em geral pequenas, têm conhecimentos especializados e atendem a necessidades particulares. As inovações dos fornecedores especializados relacionam-se principalmente à introdução de novos produtos, que são utilizados por outros setores como insumos e equipamentos.

A quarta categoria corresponde aos setores **baseados em ciência**, cujo desenvolvimento tecnológico é de fronteira, utilizando-se também os conhecimentos científicos que se encontram na fronteira das ciências básicas. Os setores baseados em ciência são aqueles de materiais eletrônicos e de comunicação, de equipamentos médicos e de automação, refino de petróleo, produtos químicos, fabricação de celulose e papel. Geralmente são grandes empresas, com escala de faturamento, que investem elevados volumes de recursos em pesquisa e desenvolvimento.

E, por fim, na última categoria estão os setores **intensivos em informação**, que correspondem ao setor de informática e serviços relacionados.

Tabela 4: Importância das Atividades de P&D para as Empresas que Inovaram – 2005

SETORES DE ATIVIDADES	TAXA DE INOVAÇÃO (%)	IMPORTÂNCIA			
		P&D INTERNO		P&D EXTERNO	
		EMPRESA (%)	GASTO (%)	EMPRESA (%)	GASTO (%)
Dominados por Fornecedores	38,1	5,6	16,5	2,0	6,2
Produtos têxteis	37,6	5,6	7,4	1,9	0,2
Artigos do vestuário e acessórios	36,7	3,0	4,3	1,7	1,4
Artefatos de couro e calçados	36,8	10,0	17,3	0,8	1,3
Produtos de madeira	23,5	15,3	3,4	2,4	0,1
Edição, impressão e reprodução	42,9	3,9	7,9	2,1	0,4
Fabricação de móveis e indústrias diversas	32,5	3,5	9,8	2,9	0,6
Telecomunicações	46,6	14,9	21,7	5,1	9,7
Intensivos em Escala	32,4	10,2	22,5	4,1	2,2
Produtos alimentícios e bebidas	37,9	11,0	10,4	4,0	0,5
Produtos do fumo	26,4	38,9	47,6	6,5	0,1
Metalurgia básica	39,4	11,9	8,0	13,1	2,6
Veíc. automotores, reboques e carrocerias	44,3	19,6	43,5	4,7	3,9
Fabricação de equipamentos de transporte	29,7	20,1	39,5	3,5	2,4
Produtos de minerais não-metálicos	33,4	3,2	6,4	4,3	0,4
Produtos de metal	39,1	10,2	8,2	2,7	1,6
Reciclagem	8,9	-	-	-	-
Reciclagem	47,7	19,9	24,0	7,1	2,8
Fornecedores Especializados	44,7	18,6	19,8	6,8	2,3
Máquinas e equipamentos	53,8	28,8	25,7	11,5	7,3
Máquinas equipamentos de informática	44,6	22,9	36,1	7,9	2,3
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	53,5	33,4	44,5	9,9	7,2
Baseados em Ciência	51,5	47,6	42,4	17,1	21,9
Material eletrônico e de comunicações	51,2	34,0	37,4	7,1	2,5
Equipamentos médicos e de automação	35,2	10,8	12,9	7,0	0,8
Fabricação de celulose e papel	41,3	14,4	61,7	2,8	18,9

SETORES DE ATIVIDADES	TAXA DE INOVAÇÃO (%)	IMPORTÂNCIA			
		P&D INTERNO		P&D EXTERNO	
		EMPRESA (%)	GASTO (%)	EMPRESA (%)	GASTO (%)
Refino de petróleo, combustíveis e álcool	61,9	49,5	24,9	13,1	4,9
Produtos químicos	36,2	20,4	16,5	6,8	1,4
Artigos de borracha e plástico	97,5	100,0	93,7	35,9	1,2
Pesquisa e desenvolvimento	47,6	24,1	25,2	4,1	1,6
Intensivos em Informação	47,6	24,1	25,2	4,1	1,6
Informática e serviços relacionados	42,0	20,5	24,7	6,5	3,6
Total	33,4	28,1	25,2	6,0	2,9

Fonte: Adaptada de IBGE (2010)

Depois de refletir sobre essa classificação, você deve ter percebido que essa tipologia permite algumas conclusões importantes para interpretação das diferenças setoriais. Vamos a elas?

Em primeiro lugar, essa tipologia mostra que os setores de atividades impõem determinados comportamentos às empresas no que se refere às suas vocações para a inovação. Em segundo lugar, como dito anteriormente, a classificação permite que sejam vistas grandes assimetrias entre os setores no que se refere à inovação e, por fim, indica que há certa ordem no relacionamento entre os setores, uma vez que alguns deles são responsáveis pela geração e transmissão de conhecimentos técnicos, de um lado, e há os receptores desse progresso técnico, de outro.

A inovação tecnológica é sensível ao ambiente empresarial no qual ela se dá e, portanto, considerar o setor econômico em que o processo de inovação está inserido é indispensável para a sua correta avaliação e gestão; além disso, deve-se considerar que ele recebe, também, influência da localização geográfica.

Influência da Localização Geográfica sobre o Processo de Inovação

Vamos fazer um exercício: imagine uma pessoa, muito criativa, dinâmica e ousada, nascida em um pequeno distrito rural do interior do país. Essa pessoa tem muitas ideias de meios para melhorar a irrigação das plantações, de aproveitar a energia solar para “tocar” a propriedade, de reaproveitar uma série de resíduos ali gerados para a produção. Você acha que ela tem mais chances de conseguir tornar realidade todas as suas ideias permanecendo ali ou mudando-se para uma cidade maior, onde haja uma escola técnica agrícola, estudando e conhecendo pessoas com quem possa discutir suas ideias e captando “adeptos” para ajudá-la a conseguir dinheiro para construir os protótipos e testá-los?

É quase certo que você tenha respondido a segunda opção; e isto porque é senso comum que o ambiente importa. O ambiente nos influencia ao mesmo tempo em que é modificado por nós. Ninguém duvida disso, porque é uma verdade que se impõe.

Quando estamos tratando de entender fenômenos sócio-técnico-econômicos, como é o caso da inovação, não podemos deixar de ter

em conta que o ambiente importa. Dependendo do lugar, os resultados serão diferentes. A seguir faremos essa reflexão.

Sistemas de Inovação

No final da década de 1980 e início da década de 1990, surgiu a compreensão de que as relações entre as instituições de pesquisa e desenvolvimento e o setor produtivo não podem ser entendidas sem que se considerem os contextos econômico, histórico e institucional que condicionam essas relações.

***Sistema Nacional de Inovação** – pode ser definido como uma rede de instituições públicas e privadas que interagem para promover o desenvolvimento científico e tecnológico de um país. Inclui universidades, escolas técnicas, institutos de pesquisa, agências governamentais de fomento, empresas de consultoria, empresas industriais, associações empresariais e agências reguladoras, em um esforço de geração, importação, modificação, adaptação e difusão de inovações. Fonte: Nelson (1993).

Para dar conta desse entendimento, Freeman (1987), Lundvall (1992) e Nelson (1993) propuseram o conceito de **Sistemas Nacionais de Inovação*** enquanto investigavam alguns países. A abrangência nacional é, porém, uma possibilidade de associação ao conceito de Sistema de Inovação que, no entanto, também pode ter um caráter regional, local ou até mesmo setorial.

Nesse conceito, considera-se que o processo de inovação não é derivado apenas da operação das forças de mercado, mas de todo o arranjo institucional que inclui organizações públicas e privadas, com e sem fins lucrativos, e as interações que se estabelecem entre elas. Para melhor entendimento da complexidade da visão do fenômeno de inovação a partir de sistemas de inovação, considere que

[...] um sistema é mais do que a soma de suas partes; é um todo indivisível no sentido que algumas de suas propriedades essenciais são perdidas ao separá-lo. As partes de um sistema podem elas mesmas ser sistemas e cada sistema pode ser parte de um sistema ainda maior.
(ACKOFF, 1973, p. 152, tradução nossa)

Consequentemente, a interdependência é elemento-chave nos sistemas a ponto de considerar-se que é a relação de interdependência que define o que é parte do sistema; e não uma lista de itens.

A melhor imagem para mostrar esse modelo é a de uma rede de relacionamentos com múltiplos elos, de duplo sentido, entre as diversas organizações de um Sistema de Inovação. Os demais sistemas interagem com o Sistema de Inovação, complementando-o e viabilizando-o.

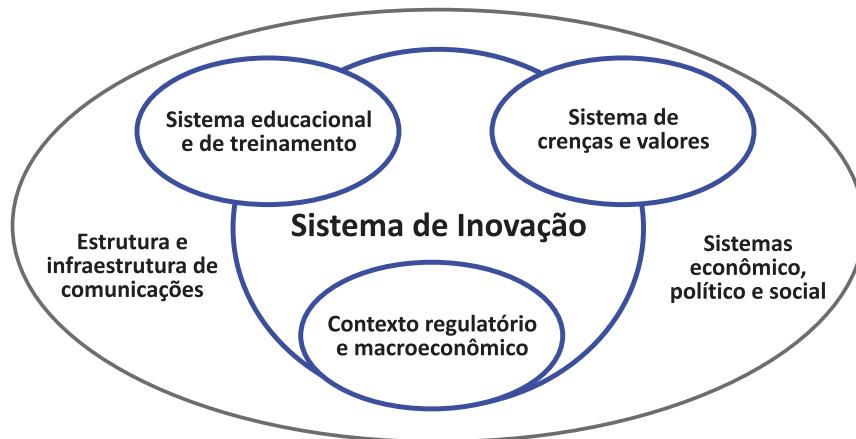


Figura 12: Modelo sistêmico para a inovação

Fonte: Elaborada pela autora deste livro

Para entendimento desse Modelo, faremos uso de teorias desenvolvidas por alguns autores. De acordo com Rothwell (1993 *apud* CASSIOLATO *et al.*, 1996), esse modelo é caracterizado pelo forte desenvolvimento em paralelo, pelas fortes articulações verticais com os principais clientes e com os fornecedores primários e articulações horizontais de diversos tipos: ***joint ventures***^{*}, grupos de pesquisa cooperativa, alianças em marketing com foco crescente em qualidade e outros fatores não relacionados a preço. Há tendência de formação de complexas redes tecnológicas que integram múltiplos agentes. Nessas redes, é comum o estabelecimento de certa “divisão do trabalho em função das competências dos agentes, no entanto, a atribuição de responsabilidades quanto às diferentes etapas do processo de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia – P, D&E tende a ser tênue, variando consideravelmente em cada caso.

Nessa lógica sistêmica, as ações para incentivo à inovação devem ser calcadas fortemente no incentivo à interação e à cooperação entre elas. O investimento não deve ser centrado em uma ou outra organização, devendo ocorrer em vários pontos da rede, mas principalmente deve estar associado à formação de elos e adensamento da rede para a inovação.

^{*}***Joint ventures*** – ou empreendimento conjunto, é uma associação de empresas, que pode ser definitiva ou não, com fins lucrativos para explorar determinado(s) negócio(s), sem que nenhuma delas perca sua personalidade jurídica. Difere da sociedade comercial porque se relaciona a um único projeto cuja associação é dissolvida automaticamente após o seu término. Fonte: Elaborado pela autora deste livro.

Agora, que tal aprofundar um pouco mais a discussão acerca da influência da nacionalidade no processo de inovação?

O conceito de Sistema de Inovação foi desenvolvido para buscar explicações principalmente para a diferença de competitividade das empresas japonesas e norte-americanas. Sendo assim, o conceito nasceu com o caráter de nacionalidade, tendo sido originalmente proposto como Sistema Nacional de Inovação.

***Instituições** – são organizações ou mecanismos sociais que controlam o funcionamento da sociedade e dos indivíduos. São produtos do interesse social que refletem as experiências quantitativas e qualitativas dos processos socioeconômicos. Organizadas sob a forma de regras e normas, as instituições visam à ordenação das interações entre os indivíduos e entre estes e suas respectivas formas organizacionais.

Fonte: Cordella (2009).

Mas num tempo no qual uma das palavras de ordem é globalização, o que existe dentro das fronteiras nacionais que faz a diferença em termos de inovação?

Resposta: as suas **instituições***. Dentro das fronteiras nacionais, são uniformes as garantias à propriedade, os impostos, a moeda, as taxas de juros e as taxas de câmbio, o sistema penal, o sistema educacional e em muitos países, a língua ou as línguas oficiais, enfim, todo um conjunto de instituições que dão o mesmo “pano de fundo” para a inovação. Sendo assim, ainda que a globalização de mercados e finanças seja uma realidade, a nacionalidade ainda é um forte condicionante econômico.

Detalhando mais o conceito de Sistema Nacional de Inovação, Albuquerque (1996) propõe uma tipologia desses sistemas, na qual três categorias de sistemas de inovação são identificadas:

- ▶ A primeira categoria envolve os sistemas de inovação que capacitam os países a se manterem na liderança do processo tecnológico internacional. São sistemas maduros, capazes de manter o país na fronteira tecnológica, já que possuem a capacidade de geração de tecnologia e de participação na liderança da produção científica mundial. Estão nessa categoria os sistemas de inovação dos Estados Unidos, do Japão, da Alemanha, da França, da Itália e da Inglaterra.
- ▶ A segunda categoria engloba sistemas de inovação cujo objetivo central é a difusão de inovações. Aqui se encontram os sistemas de inovação de países como Holanda, Suíça, Coréia do Sul e Taiwan.

- Na terceira categoria encontram-se os sistemas de inovação incompletos, ou seja, sistemas que possuem uma infraestrutura de ciência e tecnologia insuficiente para manter o país na fronteira tecnológica. Além disso, devido à sua baixa articulação com o setor produtivo, essas infraestruturas de C&T têm dado pequena contribuição ao desenvolvimento econômico de seus países. São exemplos dessa categoria os sistemas de inovação de países como Brasil, Argentina e México. Nesses países “[...] pode-se dizer que não foi ultrapassado um patamar mínimo que caracteriza a presença de um sistema de inovação”, tendo sido chamados de Sistemas de Inovação embrionários.

Para avaliar o desempenho, em termos de inovação tecnológica, dos diferentes sistemas de inovação, podemos usar vários indicadores. Para fins de efeitos de comparação mundial, os indicadores e a forma de coleta de dados em cada país são padronizados pelo que está prescrito no *Manual de Oslo*. Vejamos um exemplo na Tabela 5.

Tabela 5: Composição das exportações por intensidade tecnológica em 2005

CLASSIFICAÇÃO DOS PRODUTOS	BRASIL (%)	EUROPA (%)	JAPÃO (%)	EUA (%)
Alta intensidade tecnológica	12,8	30,6	31,6	37,6
Média intensidade tecnológica	20,7	32,2	45,5	29,4
Baixa intensidade tecnológica	9,8	6,9	9,6	4,2
Intensivos em trabalho e recursos naturais	9,5	10,8	3,5	6,7
Primários (<i>commodities</i>)	40,4	8,1	2,8	11,8
Não classificados	6,9	11,4	7,0	10,4
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Adaptada de IBGE (2007a)

Você poderia, a partir de uma análise da Tabela 5, tirar algumas conclusões sobre a estrutura industrial e tecnológica desses países? Quais seriam? O resultado é coerente com o que você vem estudando?

Da mesma forma que podemos analisar indicadores dos diferentes sistemas nacionais de inovação, também podemos fazê-lo em relação aos sistemas regionais, como forma de continuarmos pensando a respeito da influência da localização geográfica sobre o fenômeno da inovação. Se pararmos para observar a realidade brasileira, notaremos que há diferenças muito significativas entre as regiões e entre os estados brasileiros. Vejamos mais alguns indicadores na Tabela 6.

Tabela 6: Dispêndios dos governos estaduais em ciência e tecnologia - 2000-2010 (R\$1.000.000,00)

REGIÕES	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Norte	26,3	26,3	26,9	36,3	41,3	68,5	125,0	152,2	245,8	345,1	429,8
Nordeste	139,2	216,6	228,2	281,3	311,3	393,9	441,7	515,2	732,5	938,8	1.296,6
Sudeste	2.377,4	2.703,8	2.851,4	3.014,9	3.066,1	3.006,8	3.141,8	4.289,8	5.225,4	5.871,1	6.936,8
Sul	274,2	308,4	355,0	351,3	425,1	491,7	501,9	586,6	780,6	1.000,5	1.182,3
Centro-Oeste	37,2	32,1	11,8	21,8	56,7	66,5	71,7	143,7	153,8	269,3	356,2
BRASIL	2.854,3	3.287,1	3.473,3	3.705,7	3.900,5	4.027,3	4.282,1	5.687,4	7.138,0	8.424,8	10.201,8

Fonte: Adaptada de Brasil (2012)

Outro indicador interessante de ser analisado é a concessão de patentes. Novamente, assim como na Tabela 6, podemos notar grandes diferenças entre as regiões e os Estados na Tabela 7.

Tabela 7: Pedidos e concessão de patentes depositados no INPI, por Estado e segundo os tipos: Privilégio de Invenção – PI, Modelo de Utilidade – MU, e Desenho Industrial – DI.

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	PEDIIDAS			CONCEDIDAS		
	PI	MU	DI	PI	MU	DI
Acre	1	1	1	-	-	1
Amapá	19	5	37	-	-	30
Amazonas	-	-	3	-	-	-
Pará	2	15	13	-	-	2
Rondônia	-	-	-	2	-	-
Roraima	-	2	2	-	-	-
Tocantins	3	2	3	-	-	2
Alagoas	-	6	5	1	-	-
Bahia	30	35	39	-	3	11
Ceará	106	24	50	1	-	88
Maranhão	2	7	5	-	-	-
Paraíba	3	18	13	-	-	-
Pernambuco	15	22	41	8	-	20
Piauí	-	4	2	-	-	-

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	PEDIÇÕES			CONCEDIDAS		
	PI	MU	DI	PI	MU	DI
Rio Grande do Norte	5	8	15	-	-	5
Sergipe	9	7	10	-	-	7
Distrito Federal	19	29	83	7	-	11
Goiás	16	60	62	4	-	15
Mato Grosso	1	9	12	-	-	-
Mato Grosso do Sul	2	14	17	-	-	1
Espírito Santo	16	37	45	3	-	13
Minas Gerais	289	241	346	59	-	222
Rio de Janeiro	145	203	367	69	-	116
São Paulo	1.836	1.549	1.745	264	-	1.733
Paraná	395	374	319	34	-	401
Rio Grande do Sul	536	380	335	58	-	562
Santa Catarina	244	302	250	36	-	230
Brasil	3.694	3.354	3.820	546	3	3.470

Nota: PI - Privilégio de Invenção; MU - Modelo de Utilidade; DI - Desenho Industrial. Inclui apenas pedido de residentes no país.

Fonte: Instituto Nacional de Propriedade Industrial (2004)

É importante ressaltarmos, porém, que os motivos pelos quais há grandes diferenças entre as regiões não necessariamente são os mesmos que explicam as diferenças entre países. Você saberia dizer por quê?

Arranjos Produtivos Locais

Em anos recentes, tornou-se bastante conhecido, na literatura, o sucesso das experiências de crescimento industrial baseadas em pequenos empreendimentos ocorridas na década de 1970 nas regiões centro e nordeste da Itália, conhecidas como Terceira Itália. O dinamismo econômico dessas regiões chamou a atenção de pesquisadores e de formuladores de políticas de desenvolvimento regional que atribuíram inúmeras nomenclaturas para representar esse fenômeno.

Ao procurar estudar fenômeno semelhante em países em desenvolvimento, estudiosos ligados principalmente à área econômica observaram que nesses países, em geral, as aglomerações produtivas

careciam de uma organização que permitisse tratá-las como sistemas e propuseram, então, o termo Arranjos Produtivos Locais (APL).

Segundo Albagli e Brito (2003), Arranjo Produtivo Local, conforme a classificação da REDESIST, é definido como a aglomeração de um número significativo de empresas que atuam em torno de uma atividade produtiva principal, bem como de empresas correlatas e complementares como fornecedoras de insumos e equipamentos, prestadoras de consultoria e serviços, vendedoras, clientes, entre outros. Essas estão reunidas em um mesmo espaço geográfico (um município, conjunto de municípios ou região), com identidade cultural local e vínculo, mesmo que incipiente, de articulação, interação, cooperação e aprendizagem entre si e com outros atores locais e instituições públicas ou privadas de treinamento, promoção e consultoria, escolas técnicas e universidades, instituições de pesquisa, desenvolvimento e engenharia, entidades de classe e instituições de apoio empresarial e de financiamento.

***Conhecimento tácito** – é aquele que somente pode ser transmitido com a presença de quem ensina e de quem aprende ao mesmo tempo. Exemplos desse tipo de conhecimento são detalhes da regulagem de determinado equipamento ou do “ponto” de uma determinada receita. A outra modalidade é o **conhecimento codificado (ou explícito)**, que pode ser transmitido de forma escrita ou por meio de mídias, as quais permitem àquele que aprende a condição de estar em outro tempo e/ou espaço diferentes de quem ensina. Fonte: Elaborado pela autora deste livro.

O conceito de APL apresenta algumas peculiaridades que, segundo Cassiolato, Lastres e Szapiro (2000), contribuem para melhor caracterizá-lo. Essas peculiaridades são: a dimensão territorial; o **conhecimento tácito***; a diversidade das atividades e dos atores; as inovações e aprendizados interativos; e a governança.

A dimensão territorial é o âmbito específico de análise e de ação política. É o espaço onde os processos produtivos, inovativos e cooperativos têm lugar. Esses espaços podem ser o município ou áreas de um município; conjunto de municípios; microrregião; conjunto de microrregiões, entre outros. A ideia é que essa proximidade ou concentração geográfica leve ao compartilhamento de visões e valores econômicos, bem como de diversidade e de vantagens competitivas em relação a outras regiões. Em situações como essa, o conhecimento tácito é compartilhado e socializado por empresas, instituições e indivíduos, uma vez que essa forma de conhecimento decorre da proximidade territorial e/ou de identidades cultural, social e empresarial.

A diversidade das atividades e dos atores envolve a participação e a interação não apenas de empresas, mas, também, de outras instituições públicas e privadas voltadas para a formação e capacitação de recursos humanos, pesquisa e desenvolvimento de engenharia,

programas de promoção e financiamento. Aí se incluem, portanto, universidades, instituições de pesquisa, empresas de consultoria e de assistência técnica, organizações públicas e privadas. A capacidade para inovar dentro desses aglomerados permite a introdução de mudanças técnicas, de maior dinamismo e mais vantagens competitivas para as empresas.

E, por fim, a governança refere-se às diferentes formas de coordenação entre os agentes e as atividades, que envolvem um longo caminho que vai da produção à distribuição de bens e serviços, assim como o processo de geração, disseminação e uso de conhecimentos e de inovações.

Complementando...

Para ampliar seus conhecimentos sobre o conteúdo que vimos até aqui, consulte as indicações a seguir:

- ↳ *Conhecimento, Sistemas de Inovação e Desenvolvimento* – de Helena Lastres, José Cassiolato e Ana Arroio (Org.). Neste livro, você poderá aprofundar-se em Sistemas de Inovação.
- ↳ *Site da Rede de Pesquisa em Sistemas e Arranjos Produtivos e Inovativos Locais (REDESIST)* – disponível em: <www.redesist.ie.ufrj.br>. Acesso em: 9 mar. 2016. Nesta página da internet, você também ampliará seus conhecimentos acerca de Sistemas de Inovação.
- ↳ *Gastos brutos em P&D como percentual do PIB, em dólares norte-americanos PPP e pesquisadores por 1000 pessoas empregadas* – confira um vídeo que mostra a evolução desses indicadores, para países selecionados, de 1983 a 2009. Disponível em: <http://www.oecd.org/document/10/0,3746,en_2649_33703_39493962_1_1_1,1,00.html>. Acesso em: 9 mar. 2016.
- ↳ *Site da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)* – nesta página você vai encontrar editais, prêmios, biblioteca, periódicos, etc. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br>>. Acesso em: 9 mar. 2016.
- ↳ *Institute for Scientific Information (ISI)* – confira alguns artigos publicados em periódicos científicos, indexados por este Instituto. Disponível em: <http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&SID=3A5B1a8@KdeIFjNALpI&preferencesSaved=>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

Resumindo

A inovação tecnológica, de acordo com o principal instrumento usado no Brasil para medi-la: a Pesquisa Industrial sobre Inovação Tecnológica (PINTEC) realizada pelo IBGE, é definida pela introdução, **no mercado ou na empresa**, de um produto (bem ou serviço) tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado. Isso significa que se considera que determinada empresa inovou, num determinado período de tempo, desde que ela tenha introduzido um processo ou um produto novo ou melhorado.

O grau de novidade pode ser elevado (novidade para o mundo), medianamente elevado (novidade para a indústria, o mercado, ou a região geográfica em que ela atua, por exemplo) ou baixo (novidade para a própria empresa). Assim sendo, tal definição de inovação tecnológica engloba o que anteriormente havia sido separado em inovação, adoção e difusão de novas tecnologias. Ambas as definições são usadas comumente. É importante observar o contexto e o objetivo em que o termo está sendo empregado para saber a que se refere exatamente. Ademais, a inovação tecnológica é um fenômeno complexo condicionado por diversos fatores: o ambiente em que se dá (sistema nacional/regional de inovação); o setor da economia do agente inovador; o mercado para o qual a inovação se destina; para citar alguns. No entanto, sabe-se que inovação é um fenômeno coletivo e, portanto, para estimulá-la é necessário um investimento amplo na formação de um ambiente propício. Esse ambiente inclui o desenvolvimento de talentos, a valorização do aprendizado, a tolerância ao erro, a aceitação do risco, os financiamentos específicos, a interação, e uma cultura que valorize a criação do novo.



Atividades de aprendizagem

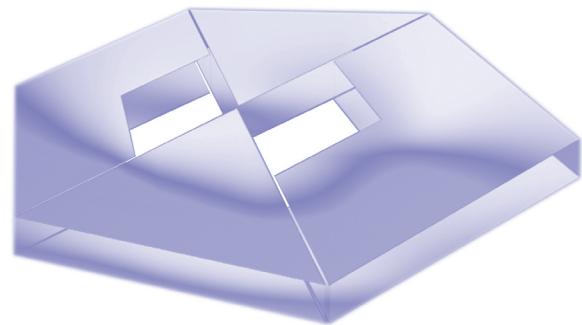
Preparamos algumas atividades com o objetivo de recordar a você o conteúdo estudado nesta Unidade. Em caso de dúvida, não hesite em fazer contato com seu tutor.

1. O que você entende por indicadores de inovação tecnológica? Enumere pelo menos três indicadores e indique o tipo de informação que cada um deles contém.
2. Quais foram os condicionantes do processo de inovação tecnológica que estudamos no texto?
3. Explique como a intensidade tecnológica condiciona o processo de inovação tecnológica.
4. Explique como os padrões setoriais de inovação tecnológica condicionam o processo de inovação tecnológica.
5. A localização geográfica é fator condicionante da inovação tecnológica? Explique.
6. Compare os conceitos de Sistemas de Inovação e Arranjos Produtivos Locais quanto às suas semelhanças e diferenças.

■ ■ ■

UNIDADE 3

GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA



OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE APRENDIZAGEM

Ao finalizar esta Unidade, você deverá ser capaz de:

- ▶ Compreender os fundamentos da Gestão da Inovação Tecnológica;
- ▶ Conhecer os fundamentos da avaliação de projetos de P&D; e
- ▶ Trabalhar com as ferramentas específicas para a Gestão da Inovação Tecnológica.

ESTRATÉGIAS ORGANIZACIONAIS

Caro estudante,

Nesta Unidade, o foco do estudo está na gestão do processo de inovação nas firmas, que são o local principal desse processo. Nela, você perceberá a importância da definição de estratégias organizacionais de longo prazo e de estratégias tecnológicas para que seja bem-sucedido o esforço para a inovação. Você já dispõe de conhecimentos prévios para o estudo desta Unidade: as disciplinas Administração Estratégica e Elaboração e Gestão de Projetos, ambas do Módulo 6. De modo que trataremos aqui das especificidades das atividades relacionadas à inovação. Como sua formação é voltada para a Gestão Pública, incluiremos, ao final da Unidade, o tema Avaliação de Projetos de P&D visto sob a lógica do administrador público. Ao trabalho!

As organizações contemporâneas necessitam definir suas estratégias organizacionais, que representam o elemento básico de coordenação das ações tomadas por seus membros, para garantir seu bom desempenho em um ambiente competitivo e exigente quanto à obtenção de resultados positivos.

As estratégias deliberadas incluem decisões de longo prazo. Nesse conjunto estão incluídas as definições da “missão” ou da razão de ser da organização e dos seus principais valores. As estratégias incluem decisões de médio prazo que incluem objetivos e metas, a definição dos negócios em que a empresa atuará e as políticas que adotará para sua atuação. As decisões de curto prazo incluem as linhas de ação imediatas, as metas anuais, os indicadores para medir os resultados alcançados, os recursos que serão destinados para cada ação, por exemplo (ANDREWS, 1970). As estratégias também são padrões de comportamento organizacional que emergem ao longo

As principais técnicas e ferramentas bem como os usos da estratégia você viu na disciplina Administração Estratégica, no Módulo 6, a qual poderá recorrer se julgar necessário.

Você encontra artigos, dissertações de mestrado e teses de doutorado relativos aos temas estratégia ou inovação no site <www.dominiopublico.gov.br>. Acesso em: 9 mar. 2016.



do tempo, chamadas, ainda, de estratégias emergentes (MINTZBERG, 1990; MINTZBERG; AHLSTRAND; LAMPEL, 2000).

Um elemento de extrema relevância para a execução da estratégia de uma organização refere-se à sua **estratégia tecnológica**, que passaremos a discutir na seção Estratégias Tecnológicas.

Estratégias Tecnológicas

A compreensão de que o elemento tecnológico representa uma importante fonte de vantagens competitivas para a empresa faz com que a estratégia tecnológica seja fundamental no contexto de formulação e implementação da estratégia corporativa.

De acordo com Cassiolato *et al.* (1996, p. 22),

[...] o conceito de estratégia tecnológica está associado a ações que procuram impulsionar o crescimento da firma atuando sobre o vasto conjunto de tecnologias e sub-tecnologias com as quais ela está envolvida, de maneira a incorporar as mudanças que se refletem no aumento da competitividade empresarial.

Tecnologias Básicas, Críticas e Emergentes

Coombs e Richards (1991) propuseram uma classificação das tecnologias em três tipos, a saber: necessária ou básica; crítica; estratégica ou emergente. Essa classificação, exposta no Quadro 1, permite aos responsáveis pela formulação de estratégias corporativas e tecnológicas identificarem, em seus negócios específicos, quais são as tecnologias de cada tipo e a elas relacionarem ações diferenciadas em função da sua participação na competitividade do negócio.

TIPO DE TECNOLOGIA	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
Necessária ou básica	Envolvem informações relativamente acessíveis à firma, imprescindíveis à operacionalização dos processos produtivos com níveis de eficiência satisfatórios e à geração de produtos que atendam a requisitos mínimos de qualidade, conformidade e nível tecnológico. Estas tecnologias posicionam a firma no nível mínimo de eficiência imposto pela concorrência de mercado.
Crítica	São as tecnologias que diferenciam a firma. Podem ser desenvolvidas internamente por atividades de P&D, de projeto, de engenharia ou de gestão operacional. Baseiam-se na exploração de recursos específicos da firma que lhe conferem vantagens em relação aos concorrentes efetivos e potenciais. As interações com universidades, institutos de pesquisa ou fornecedores podem ser um meio eficaz de acesso a competências complementares que reforçam a competitividade da firma.
Estratégica ou emergente	São as tecnologias com potencial para mudar a base da concorrência. Assumem particular relevância em ambientes sujeitos a intensas transformações tecnológicas. Costumam estar associadas a diversas fontes de incerteza uma vez que seus atributos técnicos e econômicos não podem ser definidos <i>ex ante</i> com maior clareza. Neste caso, a aquisição de informações pode envolver elevados custos e, por isto, é comum que ela seja viabilizada por meio de articulações da firma com outros agentes, dentre os quais se destacam universidades e institutos de pesquisa.

Quadro 1: Tipos de tecnologia e suas principais características

Fonte: Adaptado de Coombs e Richards (1991 *apud* CASSIOLATO *et al.*, 1996)

Vejamos o exemplo dessa classificação em uma planta de celulose.

- ▶ **Tecnologias necessárias ou básicas:** preparação da matéria-prima (cavacos de madeira) para o processo, transformação da madeira em polpa de celulose no digestor, secagem, estocagem, análises de composição, expedição, por exemplo.
- ▶ **Tecnologias críticas:** branqueamento da polpa de papel sem uso de cloro ou compostos clorados, reaproveitamento de percentual acima de 90% da água utilizada no processo, por exemplo.
- ▶ **Tecnologias estratégicas:** melhoramento biogenético das espécies de eucalipto plantadas para crescimento mais rápido; maior resistência às pragas, incluindo a

saúva; fibras mais longas, que resultam em polpa de celulose mais valorizada no mercado.

A Tipologia de Freeman

Outra forma de abordagem da questão referente às estratégias tecnológicas foi proposta por Freeman e Soete (1997). Sua perspectiva relaciona a estratégia tecnológica ao ritmo de incorporação de inovações tecnológicas pelos agentes. A tipologia proposta por Freeman diferencia seis tipos de estratégias tecnológicas que são apresentadas em ordem decrescente de intensidade do esforço tecnológico e crescente de aversão ao risco.

- ▶ **Estratégia ofensiva:** parte da suposição de que existem vantagens significativas em ser o primeiro a introduzir novas tecnologias no mercado.
- ▶ **Estratégia defensiva:** pressupõe que é interessante acompanhar de perto os inovadores mais agressivos sem, no entanto, ser o pioneiro.
- ▶ **Estratégia imitativa:** concentra-se no esforço de administrar a sua defasagem em relação aos mais inovadores.
- ▶ **Estratégia dependente:** é adotada por agentes que se encontram subordinados a relações de subcontratação, que determinam seu ritmo quanto à inovação.
- ▶ **Estratégia tradicional:** caracteriza-se pela ausência de inovações tecnológicas expressivas.
- ▶ **Estratégia oportunista:** procura nichos de mercado que não interessam aos inovadores líderes. Geralmente está associada com produção em pequena escala.

Freeman e Soete (1997) caracterizam as seis estratégias tecnológicas em dez orientações do esforço para a inovação, utilizando uma escala em cinco níveis, conforme mostramos na Tabela 8.

Tabela 8: Estratégias tecnológicas e orientações do esforço para a inovação

ORIENTAÇÕES	ESTRATÉGIA OFENSIVA	ESTRATÉGIA DEFENSIVA	ESTRATÉGIA IMITATIVA	ESTRATÉGIA DEPENDENTE	ESTRATÉGIA TRADICIONAL	ESTRATÉGIA OPORTUNISTA
Pesquisa básica	4	2	1	1	1	1
Pesquisa aplicada	5	3	2	1	1	1
Desenvolvimento	5	5	3	2	1	1
Projeto	5	5	4	3	1	1
Controle da produção	4	4	5	5	5	1
Serviços técnicos	5	3	2	1	1	1
Patentes	5	4	2	1	1	1
Informação científico-tecnológica	4	5	5	3	3	5
Formação e aprendizado	5	4	3	3	3	1
Prospecção tecnológica*	5	4	3	2	2	5

Nota: atribuição de grau de importância de cada fator em ordem crescente (1. sem contribuição; 2. pouco importante; 3. importante; 4. muito importante; 5. essencial)

Fonte: Freeman e Soete (1997, p. 24)

Em geral, a escolha (deliberada ou não) de uma estratégia tecnológica é influenciada por três fatores-chave:

- ▶ as competências tecnológicas previamente acumuladas;
- ▶ os estímulos provenientes do ambiente competitivo; e
- ▶ o acesso a competências complementares disponíveis no ambiente técnico-científico.

A acumulação de competências é indispensável dada a natureza **path dependency*** do esforço tecnológico. Dificilmente os agentes dão saltos de conhecimento partindo de distâncias muito grandes.

***Prospecção tecnológica** – é um meio sistemático de mapear desenvolvimentos científicos e tecnológicos futuros capazes de influenciar de forma significativa uma indústria, a economia ou a sociedade. Os exercícios de prospecção são construídos a partir da premissa de que são vários os futuros possíveis. Fonte: Kupfer e Tigre (2004).

***Path Dependency** – significa dependência da trajetória passada. Segundo esse conceito, a firma não se desenvolve aleatoriamente, pois a direção de seu crescimento e as oportunidades enfrentadas para a entrada em novos ramos de atividade dependem de competências acumuladas e de decisões técnicas e estratégicas tomadas no passado.

Fonte: Tigre (2006, p. 96).

O conhecimento prévio é necessário para que o empreendimento inovativo seja considerado viável e seja efetivamente realizado com sucesso.

No que se refere ao ambiente competitivo, quanto mais intensa a concorrência externa mais as empresas se obrigam a executar **up-gradings*** tecnológicos, sob pena de serem excluídas do mercado.

***Up-grading** – significa melhorar e usualmente aplica-se a tecnologia, geralmente no sentido de substituição completa ou parcial de componentes.

Fonte: Elaborado pela autora deste livro.

Você pode estar pensando que a estratégia tecnológica seja única para cada firma. Isso se aplica para firmas que têm apenas um negócio; mas nas firmas multinegócios como a Johnson & Johnson, por exemplo, como devem ser traçadas as estratégias tecnológicas?

De fato, nenhuma firma multinegócios deve esperar trabalhar na fronteira tecnológica de todas as tecnologias de suas operações, e as escolhas nesse campo serão ditadas pela estratégia empresarial. Efetivamente, as empresas traçarão estratégias tecnológicas apenas para aquelas tecnologias que considerarem de impacto relevante sobre sua vantagem competitiva.

Não se esqueça: as estratégias tecnológicas deverão ser sempre definidas à luz da estratégia organizacional e não o contrário.

Operacionalização das Estratégias Tecnológicas

De forma a operacionalizar suas estratégias tecnológicas, os agentes podem trabalhar em frentes variadas de ações, que devem, obviamente, compatibilizarem-se. Fontes de tecnologias internas e externas são utilizadas nesse esforço. O Quadro 2 relaciona as fontes de tecnologias mais utilizadas pelas empresas.

FONTES DE TECNOLOGIA	EXEMPLOS
Desenvolvimento tecnológico próprio	P&D, engenharia reversa e experimentação.
Contratos de transferência de tecnologia	Licenças e patentes, contratos com universidades e centros de pesquisa.
Tecnologia incorporada	Máquinas, equipamentos e <i>software</i> embutido.
Conhecimento codificado	Livros, manuais, revistas técnicas, internet, feiras e exposições, <i>softwares</i> , cursos e programas educacionais.
Conhecimento tácito	Consultoria, contratação de RH experiente, informações de clientes, estágios e treinamentos práticos.
Aprendizado cumulativo	Processo de aprender fazendo, usando, integrando etc., devidamente documentado e difundido pela empresa.

Quadro 2: Fontes de tecnologias mais utilizadas pelas empresas

Fonte: Tigre (2006, p. 94)

A empresa pode envolver-se com o **desenvolvimento interno** de tecnologias. Nesse caso, ela terá em seus quadros pessoal especificamente alocado para atividades de P&D, para gerenciamento de projetos e para proteção da propriedade intelectual das novas tecnologias desenvolvidas. Essa é uma forma de desenvolvimento tecnológico típica de setores baseados em ciência e de fornecedores especializados.

As empresas, geralmente, concentram seus esforços nos processos mais próximos às suas atividades comerciais de modo que o Estado, por meio de universidades e de institutos de pesquisa governamentais, exerce um papel fundamental na expansão do conhecimento e da base científica. No entanto, para que haja efetiva transferência de conhecimento para as firmas, é necessário que elas tenham capacidade para absorver tal conhecimento.

A **engenharia reversa** é utilizada principalmente nos setores industriais de montagem de produtos e consiste em usar a criatividade para, a partir de uma solução pronta, retirar todos os possíveis conceitos novos ali empregados. É o processo de análise de uma tecnologia e de seus detalhes de funcionamento, frequentemente com a intenção de construir algo novo que seja capaz de fazer a mesma coisa, sem, no entanto, copiar algo do original.

Resumidamente, a engenharia reversa consiste em, por exemplo, desmontar uma máquina para descobrir como ela funciona e utilizar os mesmos princípios para construir outra. Outras fontes internas de tecnologia além do esforço em P&D são os **programas de qualidade** e o **treinamento de recursos humanos**, fontes significativas de melhorias incrementais.

De acordo com Tigre (2006), o **processo de transferência de tecnologia** envolve diferentes formas de transmissão de conhecimentos que incluem contratos de assistência técnica, obtenção de licenças de fabricação de produtos já comercializados por outras empresas, licenças para utilização de marcas registradas e aquisição de serviços técnicos e de engenharia.

O mercado de tecnologia apresenta várias limitações, principalmente relacionadas à incerteza associada ao bem/serviço transacionado, de tal forma que ele funciona melhor em tecnologias especializadas, cujo ciclo de vida já atingiu estágios maduros, como a compra de projetos de plantas petroquímicas ou siderúrgicas, por exemplo. Nesse caso, a transferência de tecnologia inclui projeto, montagem e entrega da planta funcionando em regime **turn-key***. Também no caso de licenças de fabricação, elas são mais facilmente obtidas nas fases mais maduras do produto.

Naqueles casos em que a diferenciação é chave para a competitividade, o acesso à tecnologia via mercado é mais difícil, pois geralmente a inovação é guardada como segredo industrial que não fica disponível para venda.

É preciso ressaltar, ainda, que a compra de uma tecnologia mais avançada pode significar um grande salto tecnológico para a empresa adotante. Porém, se não for feito um esforço para adaptar e melhorar a tecnologia adquirida, em pouco tempo a empresa estará com essa tecnologia defasada, sem conseguir acompanhar o progresso do setor.

A implantação das estratégias tecnológicas deve considerar, também, as possibilidades de **aquisição** de determinadas tecnologias.

*Regime **turn-key** – é um tipo de operação na qual a empresa contratada fica obrigada a entregar as instalações contratadas em condições de pleno funcionamento, bastando “girar a chave” para funcionar. Fonte: Elaborado pela autora deste livro.

De acordo com Cassiolato *et al.* (1996), a aquisição de novas tecnologias pode representar o principal meio de acesso da firma a conhecimentos cuja geração interna seria inviável.

A compra de novas máquinas e equipamentos ou a expansão das plantas industriais com novas tecnologias como pacotes tecnológicos é a principal fonte de tecnologia em setores dominados por fornecedores e intensivos em escala. Sobre isso, Tigre (2006, p. 103) explica que

O sucesso da transferência de tecnologia depende em parte da qualidade do suporte técnico e da documentação oferecida pelo fornecedor do equipamento. No entanto, o processo de aprendizado sobre a operação e a manutenção depende diretamente dos esforços dos usuários em desenvolver capacitação tecnológica própria.

A **codificação de conhecimentos**, a qual os transforma em informação na forma de manuais, livros, revistas, *softwares*, fórmulas e documentos, facilita a transferência deles e, portanto, sua comercialização é similar a de mercadorias. Por outro lado, seu valor só poderá ser apropriado por aqueles que detêm capacitação necessária para compreender o conhecimento transmitido e aplicá-lo de forma produtiva. Essa facilidade de transferência reduz seu caráter diferenciador para quem o adquire.

Já o **conhecimento tácito**, devido à dificuldade de transferência, permite a diferenciação da capacitação entre empresas, constituindo-se num ativo de maior valor, podendo, inclusive, ser considerado como a base da competitividade de uma empresa. A forma mais comum de aquisição de conhecimento tácito é pela experiência própria e/ou contratação de profissionais experientes.

O **processo de aprendizado contínuo e cumulativo** que acontece ao se realizar uma tarefa; ao se fazer uso de equipamentos ou *softwares*; ao se buscar informações novas em atividades de pesquisa; quando se interage com clientes e fornecedores; e, ainda, por meio da imitação ou da contratação de profissionais experientes é, ao fim e ao cabo, o processo dinâmico de conquista de novas competências capazes de sustentar, ao longo do tempo, as vantagens competitivas de um empreendimento.

Cooperação para a Inovação

Definida a estratégia tecnológica, a organização deverá operacionalizá-la. Como você viu quando estudou a tipologia das estratégias tecnológicas proposta por Freeman e Soete (1997), há diversas formas de fazer isso, incluindo combinações dessas estratégias. No entanto, mesmo os agentes que fazem esforços tecnológicos *in house* (ou seja, desenvolvem sua tecnologia internamente à firma) não se limitam a essa modalidade por diversas razões. A primeira delas é que a diversidade e a complexidade das tecnologias – principalmente nos setores de alta e média-alta intensidade tecnológica – são, atualmente, muito grandes para que sejam dominadas por apenas um agente. A segunda razão é que dificilmente uma única organização dispõe de todos os recursos (de capital e humanos) necessários para desenvolver novas tecnologias. Há necessidade de compartilhamento de esforços e de cooperação entre diversos agentes para tal desenvolvimento. Além disso, a própria fronteira tecnológica é mutável, dado que são diversos os agentes empenhando-se no desenvolvimento dela simultaneamente.

Mesmo no caso de aquisições de novas tecnologias, em que o objetivo da transação não é a obtenção de um fator de produção a ser consumido ao longo do processo produtivo, mas, pelo contrário, o objetivo é o acesso a conhecimentos que sejam efetivamente incorporados ao processo produtivo da empresa, estas não devem se restringir a uma transação econômica isolada no tempo. A própria aquisição de tecnologias deve envolver algum tipo de relação de cooperação entre os agentes focalizando um horizonte de tempo que permita o desenvolvimento de competências tecnológicas dos agentes participantes.

Portanto, as estratégias tecnológicas passam, necessariamente, por relações de cooperação. A imagem do inventor solitário, cheio de ideias brilhantes que ele mesmo é capaz de desenvolver e de implantar, está, na prática, muito distante da realidade do progresso tecnológico contemporâneo.

Assim, é necessária a busca de envolvimento dos agentes em arranjos cooperativos que incluem firmas, institutos de pesquisa públicos e privados e universidades. A participação nesses arranjos cooperativos permite a diminuição dos riscos dos investimentos e a redução dos custos devido ao compartilhamento de recursos. Além disso, é nesse ambiente cooperativo que há uma rica troca de conhecimentos que faz germinar as novas ideias. O isolamento de um agente, a não participação dele nesses arranjos cooperativos, pode significar estar fora da fronteira tecnológica em alguns casos. Vejamos mais detalhes sobre a cooperação entre empresas e entre elas e a comunidade acadêmica, a seguir.

A Cooperação Interempresarial

Segundo Tidd, Bessant e Pavitt (1997), as firmas colaboram entre si principalmente para:

- ▶ reduzir custos do desenvolvimento de novas tecnologias ou acessar mercados;
- ▶ reduzir riscos do desenvolvimento de novas tecnologias;
- ▶ alcançar economias de escala na produção;
- ▶ reduzir o tempo entre o desenvolvimento e a comercialização de novos produtos; e
- ▶ promover aprendizado compartilhado.

Há diversas formas de colaboração e nenhuma delas é ótima em todos os sentidos. Em geral, características de mercado e da própria tecnologia limitam as opções; enquanto considerações estratégicas e a cultura da organização determinam o que é possível e desejável em cada circunstância. No Quadro 3, são apresentadas as principais formas de colaboração interempresarial.

TIPO DE COLABORAÇÃO	DURAÇÃO TÍPICA	VANTAGENS	DESVANTAGENS (CUSTOS DE TRANSAÇÃO)
Subcontratação/relações com fornecedores	Curto prazo	Redução de riscos e custos, redução de tempo de entrada no mercado	Custos de busca, incertezas quanto ao desempenho e à qualidade do produto
Licenciamento	Prazo fixo	Aquisição de tecnologia	Custos e restrições contratuais
Consórcio	Médio prazo	Compartilhamento de <i>expertise</i> , de padronização e de custos	Vazamento de informação/conhecimento; diferenciação subsequente
Aliança estratégica	Flexível	Baixo compromisso, usada para acesso a mercados	<i>Lock-in</i> (aprisionamento) potencial; vazamento de informação/conhecimento
<i>Joint Venture</i>	Longo prazo	<i>Know-how</i> complementar; gerência dedicada	Divergências culturais; mudanças estratégicas
Redes	Longo prazo	Dinâmicas, grande potencial para aprendizado	Ineficiências por inércia

Quadro 3: Formas de colaboração interempresarial

Fonte: Adaptado de Tidd, Bessant e Pavitt (1997)

As relações com **fornecedores** ou subcontratação de atividades não essenciais das firmas tornaram-se populares a partir da década de 1990. Raramente essas relações envolvem atividades concernentes à inovação, como projeto ou engenharia; com exceção do modelo japonês, em que os fornecedores contribuem significativamente para o desenvolvimento de novos produtos e processos dos seus clientes. Em poucos setores, particularmente de máquinas-ferramentas e de equipamentos científicos, existe tradição de colaboração entre fabricantes e usuários líderes de seus produtos. Nos países mais ricos, já estão bem estruturados os negócios que têm a inovação como objeto central da relação: o projeto industrial é o serviço mais oferecido, mas também existe a oferta de serviços completos incluindo P&D, pesquisa de mercado, projeto, desenvolvimento de produto e desenvolvimento de processo de produção (TIDD; BESSANT; PAVITT, 1997).

O **licenciamento de tecnologias** facilita à firma a oportunidade de explorar a propriedade intelectual de outra firma, por meio de pagamento de uma taxa e *royalties* baseados nas vendas. Tipicamente, uma licença tecnológica específica as aplicações e os mercados nos

quais a tecnologia pode ser usada e, em geral, exige que o comprador dê acesso ao vendedor a todas as melhorias subsequentes feitas na tecnologia. O licenciamento de uma tecnologia tem como principais vantagens sobre o desenvolvimento interno os custos e os riscos mais baixos e a entrada mais rápida no mercado. Como desvantagens estão as cláusulas restritivas impostas pelo licenciador, perda de controle de variáveis operacionais como preço e qualidade do produto.

Os **consórcios de pesquisa** consistem em um número de organizações (que podem incluir universidades e institutos de pesquisa públicos) que trabalham juntas em projeto específico. A ideia de consórcio é dividir custos e riscos, compartilhar *expertise* e equipamentos escassos, realizar pesquisa pré-competitiva e definir padrões. Os consórcios podem ser centralizados, usando uma única instalação física, ou totalmente descentralizados, usando as instalações de todos os membros. Podem ser realizados por firmas competidoras ou não competidoras entre si. Geralmente, participam de consórcios de pesquisa empresas com grande capacidade investigativa, com estratégias tecnológicas ofensivas, líderes em seus setores.

Alianças estratégicas podem ser formais ou informais e, na maioria das vezes, são constituídas a partir de um acordo entre duas ou mais firmas para codesenvolverem uma nova tecnologia ou um novo produto. As alianças estratégicas envolvem projetos próximos da fase de comercialização com cronogramas e metas claramente estabelecidas.

As **joint ventures** são empreendimentos específicos. Há basicamente dois tipos de *joint ventures*: uma nova empresa formada por duas ou mais empresas que definem a propriedade da *joint venture* com base na fração de ações controlada por cada uma das empresas formadoras ou uma forma mais simples de colaboração em base contratual. A grande diferença da *joint venture* para as demais formas de colaboração é a formação de uma entidade legal independente que possui sua própria gestão.

Uma **rede para inovação** pode ser pensada como consistindo em um número de posições ou nós, ocupados por indivíduos, firmas, unidades de negócios, universidades, órgãos de governo, consumidores, Organizações Não Governamentais (ONG), e os elos ou interações entre esses nós.

Os Sistemas Nacionais de Inovação, discutidos na Unidade anterior, são exemplos de redes para inovação em alto nível de agregação. Elas podem ser globais, nacionais, regionais, locais, setoriais, organizacionais ou individuais. As redes para a inovação são resultado da complexidade do fenômeno e de sua natureza não linear. Como consequência da inovação em rede, é muito difícil ou mesmo impossível prever a inovação resultante das interações na rede.

De acordo com Tigre (2006), as redes de empresas são geralmente classificadas em hierarquizadas e não hierarquizadas.

As **redes hierarquizadas** são coordenadas por uma empresa âncora à qual estão ligados fornecedores de diferentes níveis, articulados em uma cadeia de valor. A empresa líder pode ser a empresa produtora líder que atrai fornecedores especializados (empresas automobilísticas ou de aeronaves). Por outro lado, a empresa líder pode ser uma empresa compradora, uma grande varejista, grande atacadista ou ainda a empresa proprietária de marca famosa.

As **redes não hierarquizadas** são formadas por empresas de pequeno e médio porte, articuladas em projetos específicos que podem estar voltados para a área comercial, operacional, tecnológica ou política-institucional. No caso de redes voltadas para a área tecnológica, os projetos de modo geral referem-se ao desenvolvimento de infraestrutura tecnológica compartilhada para a realização de testes, ensaios, certificações, capacitação de recursos humanos, licenciamento cruzado de marcas e patentes, estabelecimento de padrões e rotas tecnológicas comuns.

No caso das redes de cooperação brasileiras, um estudo abrangente realizado por Hostenreiter Filho (2005) mostrou que o principal objetivo dos participantes é reduzir custos, seja por meio de compras conjuntas de insumos ou por meio de trocas esporádicas de experiências visando a melhorias de processos produtivos.

Finalmente, temos que considerar que a colaboração interempresarial não está isenta de riscos; os principais dizem respeito ao vazamento de informações e de conhecimentos, à perda de controle ou da propriedade sobre a *joint venture*, por exemplo, e o mais comum: ao desenvolvimento de objetivos ou metas divergentes, que geram conflitos.

A Cooperação Universidade-Empresa

As políticas públicas baseadas no modelo linear fizeram com que, no Brasil, as universidades e os institutos de pesquisa públicos concentrassem os investimentos em P&D. Como é reconhecido, hoje em dia, o fato de que a posição competitiva das empresas e, por consequência, das nações, está diretamente relacionada com a inovação e que esta depende da geração e da aplicação de novos conhecimentos aos processos produtivos, tem havido uma crescente pressão para o fortalecimento da interação entre universidades e empresas cuja motivação central é financeira.

A cooperação universidade-empresa é um fenômeno complexo que envolve a aproximação de dois “mundos”, que operam com lógicas essencialmente distintas derivadas da diferença de suas missões e de seus métodos de trabalho, como está resumido no Quadro 4.

UNIVERSIDADE	EMPRESA
Fim: formação de RH (pesquisa é meio)	Fim: Geração de inovações
Ênfase em pesquisa básica	Ênfase em pesquisa aplicada e desenvolvimento
Longo prazo	Curto prazo
Liberdade para escolha de temas	Mercado aponta rumos
Motivação intelectual	Estudos de viabilidade, riscos e potencialidades
Divulgação ampla dos resultados	Sigilo/patentes
Processo decisório lento, colegiado, estrutura complexa, equipes departamentalizadas	Equipes multidisciplinares, decisões rápidas, estrutura mais hierarquizada

Quadro 4: Principais barreiras à cooperação Universidade – Empresa

Fonte: Stal e Souza Neto (1998)

As universidades são organizações sem fins lucrativos e têm como missão formar recursos humanos e realizar pesquisas de caráter prioritariamente exploratório, com liberdade total para a escolha de temas, que complementam o ensino e aumentam o nível geral de conhecimentos. Buscam a alta qualidade das pesquisas realizadas e ampla divulgação dos resultados.

As empresas visam ao lucro, selecionam com critério os projetos nos quais se engajarão segundo seu potencial comercial, risco e retorno econômico-financeiro. As informações relevantes são cuidadosamente protegidas.

No entanto, como as empresas podem se beneficiar da cooperação com as universidades?

- ▶ Se o resultado da cooperação for um produto comercial, as empresas obtêm retorno tangível de seu investimento.
- ▶ Mantêm-se a par de avanços científicos em suas áreas de atuação.
- ▶ Conseguem acesso à mão de obra altamente qualificada, às instalações e aos equipamentos modernos. No entanto, é preciso observar que as relações com universidades não substituem o investimento interno em P&D, pois se as empresas não tiverem tal atividade não serão capazes de identificar e de explorar, de maneira eficaz, oportunidades de aplicação tecnológica a partir dos conhecimentos adquiridos em parceria com as universidades.
- ▶ Reduzem riscos e custos da pesquisa.
- ▶ Treinam funcionários.
- ▶ Melhoram sua imagem e prestígio perante à sociedade.

E as universidades? Como elas podem se beneficiar da interação com as empresas?

- ▶ Se houver um produto comercial, as universidades tornam acessíveis à sociedade os resultados de suas pesquisas.
- ▶ Encontram novas fontes de recursos para suas pesquisas.
- ▶ Encontram novos temas de pesquisa originados a partir de problemas da indústria.
- ▶ Aproximam as atividades de ensino e pesquisa de problemas reais com a revisão do conteúdo e a oferta de disciplinas.

- ▶ Demonstram sua utilidade socioeconômica, especialmente para órgãos financiadores públicos.

Nas universidades públicas, principalmente, o professor-pesquisador vive dilemas nessa interação com as empresas. Por exemplo:

- ▶ Deve manter a independência dos seus temas de pesquisa em relação aos interesses econômicos do mercado ou está desenvolvendo uma atividade socialmente descomprometida ao manter-se alijado dos problemas das atividades econômicas do meio onde vive?
- ▶ Como grande parte dos recursos que utiliza em suas pesquisas é público, é correto focalizar seus esforços nas necessidades de uma empresa específica?
- ▶ É ético montar uma agenda de pesquisas voltada para o desenvolvimento de uma empresa ou setor visando à obtenção de financiamentos adicionais, inclusive complementação salarial na forma de bolsas?
- ▶ Haverá redução de esforços em relação ao aumento de conhecimento pela humanidade (pesquisa básica) caso se consolide a prática de interação universidade-empresa?

Todas essas questões precisam de ampla reflexão de cada um de nós para que possamos avançar nas possibilidades de interação universidade-empresa com benefícios para a sociedade em que vivemos.

Atualmente, as principais formas de cooperação entre universidades e empresas são:

- ▶ Relações pessoais informais (a universidade não é envolvida) como consultoria individual (paga ou gratuita); *workshops* informais ou reuniões para troca de informações e *spin-offs* acadêmicos (empresas geradas a partir de resultados de pesquisa);
- ▶ relações pessoais formais (convênios entre a universidade e a empresa) como bolsas de estudo e

apoio à pós-graduação; estágios de alunos e cursos “sanduíche”; períodos sabáticos para professores e intercâmbio de pessoal;

- ▶ envolvimento de uma instituição de intermediação como escritórios de ligação (na universidade); associações industriais; institutos de pesquisa aplicada; escritórios de assistência geral; consultoria institucional (companhias/fundações universitárias);
- ▶ convênios formais com objetivos definidos como pesquisa e outros serviços contratados; treinamento de funcionários das empresas e *on-the-job* para estudantes; projetos de pesquisa cooperativa ou programas de pesquisa conjunta; e
- ▶ criação de estruturas especiais como incubadoras de empresas; parques tecnológicos e consórcios de pesquisa (centros de pesquisa cooperativa).

Essas estruturas especiais, mencionadas anteriormente, começaram a emergir no cenário mundial, nos países norte-americanos e europeus, a partir da segunda metade da década de 1990, mas ganharam força nos anos 2000, inclusive no Brasil. Particularmente, o referencial teórico conhecido como Hélice Tripla (LEYDESDORFF; ETZKOWITZ, 1996; ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000) justificou as ações, principalmente de políticas públicas, nos níveis municipais e estaduais, para investimentos na criação desses tipos de estruturas. A ideia básica do modelo da Hélice Tripla é o desenvolvimento de uma rede de relacionamento muito próxima entre academia-governo-empresas cujo objetivo é concretizar um ambiente para inovação constituído por empresas de base tecnológica originadas a partir de pesquisas acadêmicas, iniciativas trilaterais para o desenvolvimento econômico baseado no conhecimento e alianças estratégicas entre grandes e pequenas empresas que operam em áreas distintas, com níveis diferentes de tecnologia, laboratórios governamentais e grupos de pesquisa acadêmica. Tais arranjos, indicados na Figura 13, seriam encorajados, mas não controlados pelo governo (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000).

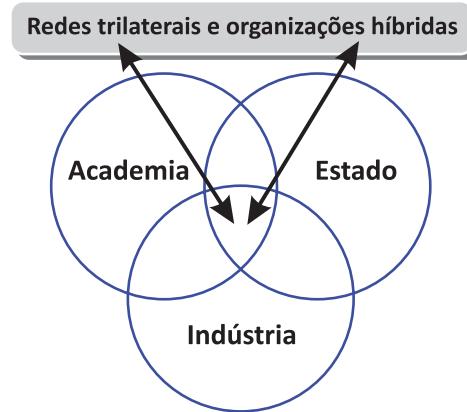


Figura 13: Modelo de Tripla Hélice das relações universidade-indústria-governo

Fonte: Etzkowitz e Leydesdorff (2000)

Para finalizar, lembre-se de que as possibilidades de interação entre empresas, ou entre empresas e outras organizações como universidades ou centros de pesquisa, em redes ou como relações isoladas, serão sempre condicionadas:

- ▶ pela estratégia geral e pela estratégia tecnológica da empresa;
- ▶ pelo setor econômico em que ela está inserida (alta/média ou baixa tecnologia; dominada pelos fornecedores ou baseada em ciência, por exemplo, terão possibilidades de interação muito diferentes);
- ▶ pelas condições ambientais (sistemas nacional, regional e setorial de inovação, por exemplo, e as próprias instituições locais incluindo leis e regulamentos e a cultura para a inovação); e
- ▶ pela capacidade dos agentes envolvidos de desenvolverem internamente novos conhecimentos e pela sua capacidade de interação.

AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE PD&I

Prezado estudante,

É extremamente importante que você, futuro administrador público, compreenda o fenômeno da inovação nas firmas para que possa formular, implementar e avaliar políticas públicas, que, efetivamente, promovam a inovação na região em que atuará. Suas ações estarão sujeitas à regulamentação institucional vigente, porém, no conjunto de possibilidades de atuação que lhe couber, é fundamental seu conhecimento do fenômeno de inovação para promovê-la eficazmente. Nesta seção, vamos tratar especificamente da avaliação de ações de PD&I sob a lógica do administrador público responsável pela alocação de recursos e acompanhamento de projetos nessa área, geralmente, as organizações de amparo à pesquisa, desenvolvimento e inovação que existem em âmbito nacional, estadual e municipal. Aproveite para verificar, por meio de pesquisa na internet, quais são elas no seu estado e no seu município.

Dessa forma, os conteúdos que você estudou na disciplina *Elaboração e Gestão de Projetos*, no Módulo 6, são indispensáveis. Caso você não se lembre, releia o material dessa disciplina.

Para iniciar esse assunto, você deve ter em mente que ações para inovação são, via de regra, **projetos!** Não vamos retomar os temas de Elaboração e Gestão de Projetos, mas considerar algumas particularidades dos projetos de PD&I. A mais importante delas é que se tratam de projetos com alto grau de incerteza sobre os resultados. A incerteza é maior nos projetos de pesquisa básica; incerteza que diminui nos projetos de pesquisa aplicada e de desenvolvimento tecnológico, como visto na seção sobre *A Cooperação Universidade-empresa*. No entanto, mesmo nesses casos, a incerteza é muito superior àquela relacionada com projetos do tipo expansão da capacidade produtiva, implantação de novo *software gerencial* ou de uma campanha de

marketing. Isso, porém, não significa que não sejam passíveis de serem gerenciados.

Devido ao alto grau de incerteza, **projetos de P&D são, geralmente, financiados** por mais de uma fonte de recursos, de modo a compartilhar ou a reduzir riscos de perdas. Esses agentes são a própria empresa, agências de fomento à P&D, bancos de desenvolvimento ou **capital de risco***, por exemplo.

Como são utilizados recursos públicos para o desenvolvimento das atividades de PD&I, cresce a cobrança da sociedade sobre os resultados obtidos com a aplicação desses recursos e a necessidade de avaliação das atividades dessa natureza.

As avaliações podem ser feitas antes de a iniciativa ter início, ou avaliação *ex ante*, que serve para verificar seu mérito, sua adequação aos propósitos estratégicos da organização financiadora, por exemplo, e define se ela será financiada. Há avaliações feitas durante a execução, que são tipicamente nos moldes do acompanhamento de projetos e, finalmente, as avaliações feitas ao final dos trabalhos concluídos, ou avaliação *ex post*, com o objetivo de verificar se os objetivos foram atingidos, e em que medida, e balizar ações futuras.

Apesar dos avanços nessa área, ainda vivemos uma situação de relativa escassez de produção teórica sobre o tema, ao mesmo tempo em que é crescente a insatisfação de avaliados e avaliadores com as ferramentas disponíveis para avaliar programas que envolvem conflitos de valor, aprendizado e subjetividade acerca dos fatos ou impactos das ações.

A classificação de Ciência, Tecnologia e Inovação é útil aqui. Observe o Quadro 5.

CATEGORIA	CARACTERÍSTICAS
Pequena C&T	<ul style="list-style-type: none"> • Individual, desinteressada, em regime de mecenato • Conhecimento é o fim
Grande C&T	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa como empreitada coletiva, financiada por governos e empresas e organizada para atingir metas e objetivos dos financiadores • Conhecimento é o meio

Veja detalhes sobre financiamento para PD&I na próxima seção: *Financiamento para a Inovação*.

*Capital de risco – é uma modalidade de investimento utilizada para apoiar negócios por meio da compra de uma participação acionária, geralmente minoritária, com o objetivo de ter as ações valorizadas para posterior saída da operação. É uma das fontes de financiamento para empresas inovadoras e, geralmente, carece de garantias reais. Fonte: Elaborado pela autora deste livro.

C&T em Rede	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de inovação • Trabalho em rede, negociação de prioridades, responsabilidade compartilhada • Aproximação dos diferentes atores sociais
-------------	--

Quadro 5: Classificação de CT&I

Fonte: Zackiewicz (2005)

Começando com a pequena C&T, os mecanismos típicos de avaliação para auxílio financeiro são mostrados no Quadro 6.

***Bibliometria** – originou-se da expressão bibliografia estatística com a conotação de esclarecimento dos processos científicos e tecnológicos por meio da contagem de documentos.
Fonte: Guedes e Borschiver (2005).

TIPO DE AUXÍLIO FINANCEIRO PARA PESQUISA	MECANISMOS DE AVALIAÇÃO EX ANTE	MECANISMOS DE AVALIAÇÃO EX POST
Financiamento institucional	Bibliometria* Avaliação institucional	Bibliometria Avaliação pelos pares Painel de usuários Comissões de avaliação Comparações referenciadas
Projetos	Avaliação pelos pares	Avaliação pelos pares Análise de relatórios Publicações
Manutenção de centros de pesquisa e grandes programas	Bibliometria Avaliação pelos pares modificada	Avaliação pelos pares Bibliometria Comparações referenciadas Painel de usuários
Bolsas para estudantes e pesquisadores	Avaliação pelos pares	Número de formados Acompanhamento de carreira Publicações

Quadro 6: Mecanismos típicos de avaliação para auxílio financeiro na pequena C&T

Fonte: Zackiewicz (2005)

No caso da avaliação de iniciativas do tipo grande C&T, há duas categorias principais de avaliação:

- ▶ **Accountability:** significa avaliar a eficiência dos gastos e a eficácia na realização dos resultados planejados, objetivando saber se o investimento em C&T foi vantajoso frente a outras opções de investimentos.
- ▶ **Assessment:** carrega o sentido de um processo, no qual especialistas ajudam as entidades governamentais a identificar, avaliar e a mitigar os potenciais impactos negativos de uma nova tecnologia na sociedade e no meio ambiente.

Vejamos mais detalhes. A categoria *Accountability* pode ser avaliada por Mensuração Econômica ou Aferição Burocrática. A Mensuração Econômica pode ser feita usando-se modelos macroeconômicos (efeitos no PIB ou outra medida agregada de impacto econômico); modelos microeconômicos (retorno para produtores ou consumidores); e medidas de patentes, contratos, *royalties*, vendas etc., que se relacionam com modelos macro e microeconômico, enquanto a aferição burocrática baseia-se em indicadores tais como número de pesquisadores doutores empregados, número de projetos financiados e concluídos, número de grupos de pesquisa criados etc.

A categoria *Assessment*, ainda muito incipiente no Brasil, é fruto de demandas sociais por controle sobre os resultados de C&T. Opera com técnicas de pesquisa operacional como modelagem matemática, otimização e simulação e de previsões baseadas em modelos estatísticos, principalmente.

Por fim, para C&T em rede, uma metodologia vem sendo desenvolvida no Departamento de Política Científica e Tecnológica da Unicamp: trata-se do Método de Avaliação em **Múltiplas Dimensões (MDM)**, que inclui participação e aprendizado e referencia-se fortemente ao contexto de inovação.



Para ver exemplos do uso do MDM acesse <<http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/historico-de-programa/prosab/produtos>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

Financiamento para a Inovação

No caso brasileiro, há instituições de fomento e financiamento à inovação nas esferas federal, estadual e municipal, realizados por meio de editais. As principais são a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), o Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES) e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). Além dessas, temos os bancos privados, os Fundos de Capital de Risco, instituições estaduais como os Bancos de Desenvolvimento e as Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa Estaduais (FAPs). Essas entidades disponibilizam recursos reembolsáveis e não reembolsáveis, porém, existe grande desconhecimento por parte das empresas sobre a disponibilidade desses recursos e de como utilizá-los.

Você pode conhecer detalhadamente a Lei da Inovação, acessando: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/8477.html>>. Acesso em: 16 nov. 2011.

A Lei do Bem encontra-se disponível em: <[HTTP://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11196.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11196.htm)>. Acesso em: 23 maio 2012.

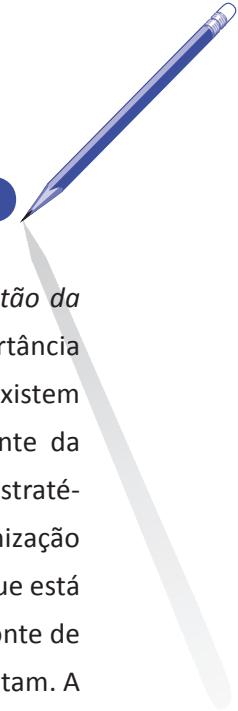
Por último, é importante notar que o marco legal tem procurado induzir atividades de inovação como demonstram a regulamentação da **Lei de Inovação e da Lei do Bem**. Apesar das dificuldades de operacionalização de ações mediante os incentivos dessas leis, o reconhecimento político de avançar nesse sentido parece claro.

Complementando...

Faça as leituras sugeridas a seguir e amplie seu conhecimento a respeito da Unidade estudada.

- ↳ *Trajetórias e Desafios da Avaliação em Ciência, Tecnologia e Inovação* – de Mauro Zackiewicz. Trata-se de uma tese, abrangente quanto ao tema, que foi usada como referência na elaboração do Quadro 5: *Classificação de Ciência, Tecnologia e Inovação*. Ela, como outras teses e dissertações afins, está no site do Departamento de Política Científica e Tecnológica da UNICAMP. Disponível em: <[http://www.ige.unicamp.br/geopi/documents/TESE_Mauro_Zackiewicz_\(ed_revisada\).pdf](http://www.ige.unicamp.br/geopi/documents/TESE_Mauro_Zackiewicz_(ed_revisada).pdf)>. Acesso em: 9 mar. 2016.
- ↳ *Gestão Integrada da Inovação: estratégia, organização e desenvolvimento de produtos* – de Eliza Coral, André Ogliari e Aline França de Abreu. A obra é uma das referências quando o assunto é Gestão da Inovação. Discute, detalhadamente, estratégia organizacional e estratégia tecnológica.
- ↳ *Cooperação Interindustrial e Redes de Empresas* – de Jorge Britto. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAAswCAI/cooperacao-interindustrial-redes-empresas>>. Acesso em: 9 mar. 2016.
- ↳ *Economia Industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil* – dos organizadores David Kupfer e Lia Hasenclever.
- ↳ *A Relação Universidade-Empresa no Brasil e o Argumento da Hélice Tripla* – de Renato Dagnino. Esse artigo apresenta uma avaliação crítica dos resultados da política de C&T no Brasil e o argumento da hélice tripla. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/258/174>>. Acesso em: 9 mar. 2016.
- ↳ *Financiamento para a Inovação* – de Marques Coelho. Trata-se de um dos capítulos do livro *Gestão Integrada da Inovação*, de Eliza Coral, André Ogliari e Aline França de Abreu.

Resumindo



Vamos fazer um resumo do que foi visto em *Gestão da Inovação Tecnológica*? Para começar, você viu a importância da gestão estratégica para a organização e soube que existem proposições diferentes para tratá-la. Independentemente da forma escolhida pelas organizações para traçar suas estratégias, estas deverão indicar os fins para os quais a organização existe; como ela deverá se posicionar no ambiente em que está inserida; aonde pretende chegar em determinado horizonte de tempo; como pretende chegar; e os valores que a sustentam. A estratégia tecnológica, por sua vez, é um componente essencial da estratégia organizacional e a esta deve estar submetida. A partir da decisão acerca do que fazer quanto ao emprego de recursos tecnológicos (por exemplo, ser ofensivo em rastreamento de carga no caso de um operador logístico), a organização deverá determinar a operacionalização para concretizar a estratégia estabelecida. A partir dessas definições, a organização traçará suas ações relativas ao desenvolvimento interno das tecnologias (ou parte delas), sozinha ou com outras empresas ou com universidades e instituições de pesquisa. Ela deverá traçar seu plano de aquisições de tecnologias e de desenvolvimento de recursos humanos. Essa é uma parte essencial do desenvolvimento da competitividade a partir do foco em inovação. Sem conhecimentos, não há inovação. Não basta o conhecimento isolado de uma ou outra pessoa. Para o processo de inovação ser bem-sucedido é absolutamente necessário o conhecimento de múltiplos atores, com diferentes pontos de vista e especialidades, que resulta em fertilização cruzada de

ideias e, por consequência, no novo. Nesse sentido, torna-se também parte integrante do progresso tecnológico o desenvolvimento das competências e das habilidades, que permitam o trabalho em equipe, como a comunicação eficaz, a tolerância e o respeito mútuo. A avaliação e a administração de iniciativas de PD&I podem seguir a orientação geral de gerenciamento de projetos atentando para as especificidades de empreendimentos dessa natureza, particularmente o alto grau de incerteza associado. Já existem mecanismos de financiamento para a inovação no país, mas seu uso efetivo ainda é pequeno e precisa de divulgação, regulamentação e uso efetivo para se incorporar à cultura empresarial nacional.



Atividades de aprendizagem

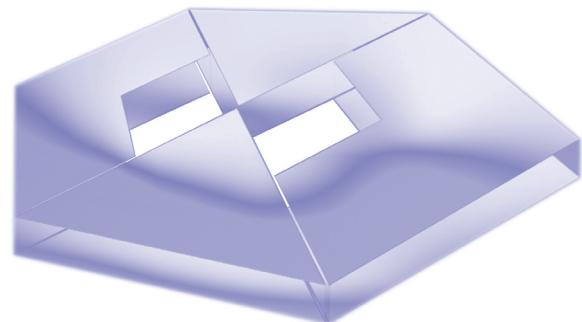
Certifique-se de que você entendeu a discussão proposta nesta Unidade respondendo às atividades de aprendizagem a seguir

1. O que é estratégia tecnológica? Qual a relação dela com a estratégia organizacional?
2. Diferencie tecnologias básicas, críticas e emergentes.
3. Explique a tipologia de Freeman para estratégias tecnológicas.
4. Indique pelo menos três fontes de tecnologias disponíveis para as organizações e mencione vantagens e desvantagens de cada uma delas.
5. Liste pelo menos três tipos de formas de cooperação para a inovação, suas vantagens e desvantagens.
6. Explique o modelo da hélice tripla de interação entre universidade-empresa-governo para a inovação.
7. Explique o que você entendeu por Pequena C&T, Grande C&T e C&T em rede. As avaliações de projetos em cada uma dessas modalidades devem ser diferenciadas? Por quê?
8. Quais são as principais fontes de financiamento para C&T no Brasil na atualidade?

■ ■ ■

UNIDADE 4

INOVAÇÃO PARA O
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE APRENDIZAGEM

Ao finalizar esta Unidade, você deverá ser capaz de:

- ▶ Construir conceitos de Tecnologias Sociais e Tecnologias Convencionais;
- ▶ Apreciar exemplos de sistemas de inovação tecnológica com impactos sociais e ambientais desejáveis;
- ▶ Conhecer os fundamentos da inclusão social e as TICs; e
- ▶ Participar ativamente de discussões relacionadas com tecnologia e inovação.

INOVAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Caro estudante,

Até aqui você se familiarizou com os conceitos de tecnologia e inovação e, mais do que isso, percebeu a complexidade nesses processos e o quanto dependem de outros fatores. Tendo compreendido a importância da tecnologia e da inovação para o crescimento econômico das empresas, regiões e nações, você conheceu os princípios da Gestão da Inovação Tecnológica. Nesta Unidade, você está sendo convidado a conhecer o fenômeno da inovação tecnológica e suas implicações sociais e ambientais e, além disso, a fazer parte ativa no processo de inovação; afinal, você perceberá que as inovações que desejamos, financiamos e adotamos passam a fazer parte do nosso mundo e, por essa razão, cada um de nós tem muito a ver com isso.

Tecnologias Convencionais e Tecnologias Sociais

A economia mundial depende cada vez mais da produção, da distribuição e da aplicação de conhecimento. Tal constatação é consenso entre a maioria dos autores e, por isso, o período iniciado na década de 1980 com a revolução das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) tem sido denominado **Era do Conhecimento*** (LASTRES; ALBAGLI, 1999; FREEMAN, 2002).

Atualmente, estima-se que mais de 50% do Produto Interno Bruto (PIB) da maioria dos países esteja baseado na produção das

*Era do Conhecimento – caracteriza-se pela maior velocidade, confiabilidade e baixo custo de transmissão, armazenamento e processamento de enormes quantidades de conhecimentos codificados e de outros tipos de informação, a partir do desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Além disso, há um consequente aumento da parcela de conhecimentos codificados e informações incorporadas em produtos e processos e no valor dos bens e serviços. Fonte: Elaborado pela autora deste livro.

indústrias intensivas em conhecimentos, também denominadas indústrias de alta intensidade tecnológica, como foi visto na Unidade 2, e na produção de serviços intensivos em conhecimento, como educação, informação e comunicação (RUTKOWSKI, 2005).

Para ter uma ideia mais concreta acerca de quanto vale o conhecimento, observe, na Figura 14, a diferença de preços por tonelada.



Figura 14: Comparação de preços entre minério de ferro, aço, carro e avião

Fonte: Elaborada pela Equipe Técnica em EaD do CAD/UFSC

Você se lembra de que na Unidade 2 consideramos que a indústria de mineração é de baixa intensidade tecnológica, as siderúrgicas são de média-baixa, as empresas automobilísticas de carros convencionais são de média-alta e as empresas de aeronaves são de alta intensidade tecnológica?

Os valores explícitos na Figura 14 mostram que a variação do valor dos bens está relacionada com o quanto de conhecimento está incorporado a eles. Fica claro que não são os recursos naturais as principais fontes de riqueza no mundo contemporâneo e sim os recursos tecnológicos, os recursos de conhecimento.

Uma economia intensamente baseada na inovação tecnológica reduz os ciclos de vida de produtos acelerando sua **obsolescência***,

***Obsolescência** – é o envelhecimento ou desuso de um bem de capital – máquinas, instalações ou equipamentos – ou de um bem de consumo durável – televisão, geladeira ou automóvel, por exemplo – em consequência do desgaste físico ou do surgimento de modelos tecnologicamente superiores.

Fonte: Sandroni (2003).

aumenta a diversidade de produtos disponíveis e exige níveis de renda crescentes para seu usufruto. Uma consulta à [Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio \(PNAD\)](#) revela-nos alguns fatos interessantes.

A Tabela 9 relaciona dados de renda e de escolaridade no Brasil. Ao comparar esses dados, observamos que os níveis mais altos de renda estão associados aos níveis mais altos de conhecimento.

Tabela 9: Rendimento Mensal e Escolaridade no Brasil - 2007 (em % de população)

RENDIMENTO MENSAL	ANOS DE ESTUDO					
	SEM INSTRUÇÃO E MENOS DE 1 ANO	1 A 3 ANOS	4 A 7 ANOS	8 A 10 ANOS	11 A 14 ANOS	15 ANOS OU MAIS
Até 1/2 salário mínimo	26,3	20,2	13,2	9,1	3,0	0,3
de 1/2 a 1 salário mínimo	37,8	34,2	27,6	24,6	14,9	2,5
de 1 a 2 salários mínimos	27,4	32,5	38,4	40,8	39,1	11,2
de 2 a 3 salários mínimos	4,9	7,8	11,7	13,3	17,8	13,9
de 3 a 5 salários mínimos	2,2	3,1	5,6	7,4	13,7	20,5
de 5 a 10 salários mínimos	1,0	1,6	2,7	3,7	8,8	28,8
de 10 a 20 salários mínimos	0,2	0,4	0,7	0,8	2,2	16,0
Acima de 20 salários mínimos	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	6,7
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: IBGE (2007b)



Saiba mais Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD)

É feita pelo IBGE e investiga diversas características socioeconômicas: população, educação, trabalho, rendimento, habitação, previdência social, migração, fecundidade, saúde, nutrição etc. Outros temas podem ser incluídos de acordo com as necessidades de informação para o Brasil. Fonte: IBGE (2007b).

Rutkowski (2005, p. 190) faz a seguinte afirmação:

A dinâmica econômica (contemporânea) baseia-se em intenso processo de inovação tecnológica, o qual reduz cada vez mais os ciclos de vida e aumenta a diversidade dos produtos e, ao mesmo tempo, reduz as oportunidades de inserção de grupos sociais, cujas características socioeconômicas e culturais não correspondam às condições sociais exigidas por esses novos padrões de produção e de consumo. Tal complexidade tecnológica transforma, assim, a tecnologia em vetor de exclusão social.

Será que a inovação tecnológica representa necessariamente um vetor de exclusão social? Não poderia, pelo contrário, ser um fator de inclusão e promover o desenvolvimento?

Observe a realidade que o cerca. Certamente detectará contrastes significativos de acesso a bens e serviços para populações de classes de renda diferentes. Alguns serviços essenciais como saneamento básico ainda não estão disponíveis para boa parte da população, particularmente a que vive nos morros e encostas nas grandes cidades, conforme a Figura 15. Esse é um problema genuinamente brasileiro e não existe nos países da América do Norte ou da Europa. Podemos desenvolver novas tecnologias para solucionar esse problema? Como?



Figura 15: Típica favela brasileira
Fonte: Acorda Brasil (2007)

Faça uma pesquisa na Internet a fim de identificar tecnologias nacionais que estão sendo desenvolvidas para solucionar problemas brasileiros. A seguir, indicamos sites interessantes para iniciar sua investigação:

- ▶ *Fundação Banco do Brasil. Disponível em: <<http://www.tecnologiasocial.org.br>>. Acesso em: 21 mar. 2016.*
- ▶ *Ministério de Ciência e Tecnologia, área 4 – C&T para o desenvolvimento social. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/73413.html>>. Acesso em: 21 mar. 2016.*
- ▶ *Rede de Tecnologias Sociais. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/42301.html>>. Acesso em: 21 mar. 2016.*

Realizada a pesquisa, troque experiências acerca do trabalho com seus colegas.

Diversas experiências no Brasil e em outros locais vêm demonstrando que a inovação tecnológica pode, sim, ser um fator de alavancagem do desenvolvimento local, apoiado em sustentabilidade e inclusão social. Nessas experiências, as novas tecnologias têm como função principal suprir as necessidades da população. Com as chamadas Tecnologias Sociais o que se pretende é atribuir dimensão humana ao desenvolvimento e, consequentemente, zelar pelos interesses coletivos.

Rutkowski (2005, p. 191) relaciona várias definições para o termo Tecnologias Sociais.

Um conjunto de técnicas e procedimentos, associados às formas de organização coletiva, que representa soluções para inclusão social e melhoria da qualidade de vida.

Uma tecnologia de produto ou processo que, de maneira simples e de fácil aplicação e reaplicação, com baixo custo e uso intensivo de mão-de-obra, tem impacto positivo na capacidade de resolução de problemas sociais.

Uma tecnologia que depende tanto de conhecimentos gerados e difundidos na comunidade, os chamados conhecimentos populares, como daqueles conhecimentos técnico-científicos, desenvolvidos no ambiente acadêmico.

Para o Instituto de Tecnologias Sociais (ITS) (2004), o conceito é

[...] um conjunto de técnicas, metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida.

A grande diferença das Tecnologias Sociais em relação às Tecnologias Convencionais diz respeito ao referencial analítico sobre o qual aquelas são construídas. Como vimos nas três unidades anteriores, as Tecnologias Convencionais são desenvolvidas a partir da motivação para a diferenciação das empresas no sistema capitalista. Essa diferenciação, seja de produtos ou de processos, confere às empresas vantagens competitivas e permite-lhes auferir lucros extraordinários, pelo menos por um período de tempo, até que os seus concorrentes passem a imitá-las, erodindo sua vantagem competitiva. Justamente por isso, é fundamental que o processo de inovação tecnológica seja permanente.

A premiação para a inovação bem-sucedida é, em geral, suficientemente compensadora, justificando os investimentos já feitos bem como os subsequentes. A inovação é, assim, financiada pelo capital, para o qual se objetiva maior acumulação. Uma das consequências dessa motivação é que as novas tecnologias são desenvolvidas visando sempre às parcelas mais ricas da população, aquelas que são essencialmente consumidoras.

*Neste ponto, você pode fazer um exercício de autoavaliação!
Assim, responda: Quais são as principais diferenças entre*

Tecnologias Convencionais e Tecnologias Sociais? Dê alguns exemplos a partir da sua observação real.

Com o olhar mais atento, podemos reparar na quantidade de novas tecnologias que são constantemente anunciadas pelo setor de cosméticos, ao passo que doenças tropicais, como malária ou leishmaniose, que atingem comunidades pobres, continuam sem tratamentos adequados.

Outro ponto de apoio para o desenvolvimento das Tecnologias Convencionais é a aceitação de que o conhecimento científico é completamente neutro, ou seja, livre de valores. Essa neutralidade científica pode ser expandida para a tecnologia de modo que é possível considerar que existe **a solução** tecnicamente “correta” e que tal solução seja universal (assim como os princípios científicos são universais). Sendo assim, parece razoável pensar que se uma dada solução técnica para um problema já foi encontrada, aos demais cabe adotá-la, no máximo adequando-a para as especificidades do ambiente no qual ela será implementada.

Buscar outra solução tecnológica para o mesmo problema seria como reinventar a roda e, portanto, um esforço sem sentido. Isso restringe, claramente, o potencial inovador de países e de sociedades mais pobres. Essa restrição é muito sutil: **não precisamos desenvolver outra solução para esse problema, basta copiar o que já foi feito lá fora porque funciona** e, desse modo, a inovação restringe-se à difusão das tecnologias desenvolvidas por outros, com pagamento por esse saber e, além disso, aos mais pobres dependendo, sobremaneira, dos mais ricos.

Considerar que a tecnologia é neutra induz a acreditar que possa haver uma solução puramente técnica para um problema. Sob esse ponto de vista, cabe aos engenheiros e aos tecnólogos cuidar da parte técnica das inovações tecnológicas, separando-a das condições sociais e ambientais em que tal desenvolvimento está inserido. A consequência do uso desse referencial é uma atitude acrítica por parte dos envolvidos com o processo de inovação tecnológica no que diz respeito à adequação desta com a sua realidade. As tecnologias

desenvolvidas externamente, por terem funcionado no seu local de origem mesmo que em um contexto socioambiental completamente diferente, são consideradas apropriadas; afinal, funcionaram com bons resultados lá. Na cadeia de consequências, tem-se a utilização de tecnologias inapropriadas, caras e com efeitos “colaterais” indesejados.

Não existem soluções puramente técnicas. Não existe uma solução tecnológica que seja única. Dependendo da seleção dos condicionantes, feita para determinada análise, as soluções tecnicamente corretas serão distintas.

A partir de um exemplo bem interessante, vamos analisar a produção de tijolos de solo-cimento.

A produção de tijolos de solo-cimento, uma mistura de solo, cimento e água em proporções adequadas, prensada e molhada durante um período de cura, tem se mostrado uma alternativa bastante viável para a construção em alvenaria de moradias populares. São duas as principais vantagens do uso desse tipo de tijolo: é ambientalmente mais vantajoso, dado que dispensa o processo de queima e, portanto, não emite gases de efeito estufa e, também, pode ser fabricado em pequenos empreendimentos de economia solidária nas proximidades dos locais onde serão construídas as moradias.

Um empreendimento de economia solidária para a produção de tijolos de solo-cimento na cidade de Vitória, no Espírito Santo, emprega sete pessoas. A demanda pelos tijolos é significativamente maior do que a capacidade de produção do empreendimento, que recusa pedidos com frequência. A capacidade de produção da fábrica, com os equipamentos já instalados (peneira, betoneira, prensa, *pallets* para cura), é de 1.500 tijolos/dia, com sete trabalhadores, com produção ininterrupta em jornadas de oito horas, com parada de duas horas para almoço. No entanto, uma observação sistemática da produção da fábrica revela que essa produção nunca é atingida.

Uma análise dessa situação, visando apenas à lucratividade do negócio, indica que a melhor solução é investir nos ativos de capital físico (máquinas, equipamentos e softwares) para aumentar a automatização dos processos, de modo que um número menor de pessoas produza mais e de forma mais regular, o que permitirá a fábrica aceitar pedidos maiores, inclusive.

Mas se em vez da lucratividade, apenas, também for considerada a importância da ocupação das sete pessoas envolvidas no empreendimento e a renda gerada e distribuída entre elas, a solução tenderá para o investimento nos ativos humanos. Visará à conscientização dos trabalhadores sobre a importância da produção de forma homogênea e contínua e ao desenvolvimento de “tecnologias” que lhes permitam produzir mais, de forma mais regular, usando de modo intensivo a mão de obra em atividades ergonomicamente mais adequadas e em um ambiente mais agradável.

Nesse exemplo, a busca por solução para o problema de baixa produção e de baixa produtividade na fábrica de tijolos pode passar pela incorporação de Tecnologias Convencionais (automação) ou pela incorporação de Tecnologias Sociais (mão de obra mais qualificada, tecnologias mais simples). No primeiro caso, haverá difusão de tecnologias já existentes, mais intensivas em conhecimento, mais caras. No segundo caso, haverá necessidade de desenvolvimento de novas tecnologias ou difusão de tecnologias já existentes, menos intensivas em conhecimento, mais baratas, mais ajustadas a um contexto social mais amplo.



Você poderá ver fotos e detalhes do processo produtivo e construtivo com tijolos de solo-cimento. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=124>>.

Acesso em: 9 mar. 2016.

A partir do exemplo anterior, podemos concluir que o desenvolvimento das Tecnologias Sociais tem como motivação principal a busca por soluções para os problemas encontrados dentro da realidade socioeconômica e ambiental em que eles se encontram. Isso significa dizer que as novas tecnologias serão desenvolvidas em um ambiente no qual seja reconhecido explicitamente que não existe “a melhor solução técnica”, de modo isolado

do contexto social e ambiental, em que a solução será aplicada. A valorização das Tecnologias Sociais pode ser uma grande oportunidade para um país como o Brasil tornar-se inovador ao buscar soluções próprias para os seus desafios.

Inovação e Desenvolvimento Sustentável

Nesta seção que encerra a disciplina, vamos dedicar-nos um pouco a discutir o desenvolvimento econômico alicerçado sobre o processo de inovação tecnológica ininterrupta e cada vez mais acelerado (como já foi visto) e suas implicações ambientais. Uma observação: apesar do entendimento comum de que as questões ambientais referem-se ao meio físico que nos cerca, os seres humanos fazem parte, sim, desse meio ambiente e, portanto, não existe clara separação entre questões ambientais e sociais. É praticamente impossível ter um problema ambiental que não tenha implicações sociais e vice-versa. Assim, neste texto, onde estiver escrito ambiental deve-se entender socioambiental.

Todos os que acompanham os discursos dos dirigentes políticos, sejam da nossa região, país ou de outros países, sabem que unanimemente a proposição é a do crescimento econômico ou do desenvolvimento econômico, que é consequência das atividades humanas de transformação dos recursos disponíveis em bens e/ou serviços que atendam às necessidades humanas.

Há pouco tempo, mais precisamente no final do século XX, as consequências indesejáveis das atividades de transformação humanas para o meio ambiente eram praticamente desprezadas. Dados sobre mudanças climáticas apresentados por instituições de credibilidade internacional a partir dos anos de 1980 levaram a humanidade a questionar os rumos que deveriam ser dados às suas

Você pode conhecer esses dados no site: <<http://www.ipcc.ch/>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

atividades transformadoras de modo a não comprometer as possibilidades de usufruto do planeta pelas próximas gerações, surgindo, então, a expressão “**desenvolvimento sustentável***”.

A ideia intrínseca ao conceito de desenvolvimento sustentável é a de que a modificação dos recursos naturais deve ser feita de forma que o planeta seja capaz de oferecer recursos para serem transformados pelas gerações futuras, e não a de que se deixará de transformá-los.

Um dos grandes problemas relacionados com o desenvolvimento contínuo é a demanda por energia. Desde a primeira Revolução Industrial (XVIII), os combustíveis fósseis (especificamente o carvão vegetal e mineral), abundantes e baratos à época, representaram uma das principais fontes de energia para a humanidade. Durante o século XX, o petróleo e seus derivados assumiram um papel preponderante como fonte energética mundial.

O monóxido e o dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa são o elo entre as atividades humanas contemporâneas e o aquecimento global. A diminuição das reservas mundiais desses combustíveis, associada à pressão social global pela redução do seu uso devido aos impactos ambientais causados, tem levado a intensificação das atividades de inovação para a geração de energia a partir de fontes renováveis e, especialmente, fontes “mais limpas”, ou seja, não geradoras de gases de efeito estufa.

Apesar do muito que se tem dito sobre a necessidade das economias se desenvolverem de modo sustentável, pouco ainda tem sido proposto em relação ao modo como isso será efetivado.

Uma definição operacional de desenvolvimento sustentável está sendo construída. Por operacional, entenda-se: que pode ser colocada para funcionar. Capra (2005) faz algumas proposições nesse sentido, as quais apresentamos a seguir.

A ideia básica é a de que não há necessidade de inventar comunidades humanas sustentáveis a partir de zero. Elas podem ser moldadas segundo os ecossistemas naturais, que são comunidades sustentáveis de vegetais, animais e micro-organismos. Uma comunidade humana sustentável tem que funcionar de tal forma que seu modo de vida, de negócios, de economia, de estruturas físicas e de

* **Desenvolvimento sustentável** – é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das gerações futuras. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro.
Fonte: Elaborado pela autora deste livro.

tecnologias não prejudiquem a capacidade própria da natureza de sustentar a vida. A sustentabilidade implica interação contínua dos seres humanos com outros sistemas vivos em um processo dinâmico de coevolução.

O mesmo autor também aponta que a construção de comunidades humanas sustentáveis pode basear-se nos seis princípios básicos da ecologia, que dizem respeito diretamente à sustentação da vida: redes, ciclos, energia solar, alianças (parcerias), diversidade e equilíbrio dinâmico. Veja o Quadro 7, a seguir.

PRINCÍPIOS DA ECOLOGIA	
Redes	Em todas as escalas da natureza encontramos sistemas vivos alojados dentro de outros sistemas vivos – redes dentro de redes. Os limites entre esses sistemas não são limites de separação, mas limites de identidade. Todos os sistemas vivos comunicam-se uns com os outros e partilham seus recursos, transpondo seus limites.
Ciclos	Todos os organismos vivos, para permanecerem vivos, têm de alimentar-se de fluxos contínuos de matéria e de energia tiradas do ambiente em que vivem; e todos os organismos vivos produzem resíduos continuamente. Entretanto, um ecossistema, considerado em seu todo, não gera resíduo nenhum, pois os resíduos de uma espécie são os alimentos de outra. Assim, a matéria circula continuamente dentro da teia da vida.
Energia solar	É a energia solar, transformada em energia química pela fotossíntese das plantas verdes, que move todos os ciclos ecológicos.
Alianças (parcerias)	As trocas de energia e de recursos materiais num ecossistema são sustentadas por uma cooperação generalizada. A vida não tomou conta do planeta pela violência, mas pela cooperação, pela formação de parcerias e pela organização em redes.
Diversidade	Os ecossistemas alcançam a estabilidade e a capacidade de recuperar-se dos desequilíbrios por meio da riqueza e da complexidade de suas teias ecológicas. Quanto maior a biodiversidade de um ecossistema, maior a sua resistência e capacidade de recuperação.
Equilíbrio dinâmico	Um ecossistema é uma rede flexível, em permanente flutuação. Sua flexibilidade é uma consequência dos múltiplos elos e anéis de realimentação que mantém o sistema num estado de equilíbrio dinâmico. Nenhuma variável chega sozinha a um valor máximo, todas as variáveis flutuam em torno de um valor ótimo.

Quadro 7: Princípios de Ecologia

Fonte: Capra (2005, p. 239)

Agrupamento Ecológico de Indústrias

Os agrupamentos ecológicos de indústrias baseiam-se nos princípios de redes e ciclos. Nos sistemas naturais, a matéria circula continuamente: os resíduos de uns são alimentos para outros, de modo que o saldo total dos resíduos gerados é zero. Nas cadeias produtivas industriais, a matéria-prima extraída da natureza é transformada, gerando produtos úteis e subprodutos inúteis que se acumulam (seja na terra, na água ou na camada de ozônio, aumentando o efeito estufa, além dos níveis ideais para a manutenção da vida no planeta). Além disso, os produtos úteis, após sua utilização, são descartados, gerando mais acúmulo de resíduos. Os processos industriais são lineares.

A ideia dos agrupamentos ecológicos de indústrias foi proposta por uma ONG chamada *Zero Emissions Research Initiatives* (ZERI), que é uma rede internacional de estudiosos, empresários, membros de governos e educadores. A ideia de emissão zero significa a de não geração de resíduos.

O princípio da emissão zero é o de construir comunidades humanas que não consumam nenhum bem material sem considerar, após seu uso, a possibilidade de reciclagem do material e, também, que façam uso de energia solar. Atualmente, existem cerca de 50 projetos ZERI no mundo.

Em sites como o da Fundação ZERI (www.zeri.org). Acesso em: 9 mar. 2016.), do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Energias Renováveis (IDER) (http://www.cps.fgv.br/ibrecps/trata_fase3/midia/kc1900.pdf). Acesso em: 9 mar. 2016.), da Fundação Banco do Brasil (<http://www.fbb.org.br/tecnologiasocial/>). Acesso em: 9 mar. 2016.) e do Núcleo de Solidariedade Técnica (SOLTEC) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (http://cirandas.net/soltec_ufrj). Acesso em: 9 mar. 2016.) você encontrará exemplos concretos de desenvolvimento de tecnologias sociais.

As TICs em Foco

Como vimos ao longo desta disciplina, as Tecnologias de Informação e Comunicação, as TICs, estabeleceram um novo paradigma socioeconômico mundial. Esse sistema de inovações que inclui telefonia fixa e móvel, transmissão de dados, sons, imagens e qualquer coisa que pensarmos que possa ser digitalizada, via cabos, fibras óticas, antenas, satélites, computadores, internet etc. e que não para de se expandir mudou as formas de comunicação em geral, mas também as de produzir bens e serviços; de comprar e de vender; de

ensinar e aprender; de pesquisar; de se manifestar; de protestar; de se fazer representar politicamente, enfim, de viver.

No entanto, o acesso a elas não é igualmente distribuído entre todos, como nada neste mundo o é. A partir de meados dos anos de 1990, ganhou corpo um debate mundial sobre a Exclusão Digital. Argumentava-se que a falta de acesso à informática e à internet seria fonte do aumento da discrepância sociocultural já tão intensa no mundo contemporâneo. Essa argumentação fundamentava-se na ideia de que Inclusão Digital limitava-se à garantia de acesso a computadores e à internet. Sabemos hoje, porém, que Inclusão Digital é muito mais do que ter acesso a essas tecnologias. Warschauer (2006) apresenta um estudo muito rico sobre o tema, o qual é referência básica para toda a discussão a seguir. Atualmente, entende-se que a questão não se limita à inclusão digital; diz respeito à inclusão social e esta considera o acesso às TICs de modo amplo e determinante, diferença entre marginalização e inclusão na nova era socioeconômica, na qual essas tecnologias têm papel decisivo.

Voltemos ao que seja acesso, de modo amplo, às TICs.

Para começar, há necessidade de garantir acesso via equipamentos e conectividade, ou seja, computadores e internet. Esses são os recursos físicos; porém, de pouca utilidade se não dispõem de conteúdos e de aplicativos que atendam às necessidades das pessoas. O predomínio da língua inglesa na internet, inacessível para quase três quartos da população mundial, bem como conteúdos voltados para consumo de produtos e serviços de alto valor agregado reduzem grandemente a utilidade das TICs para a maioria da população. Conteúdo e linguagem são os recursos digitais. Segue-se o tema do letramento: como as pessoas que não sabem ler e escrever ou usar um computador e que não sabem inglês poderão fazer uso, de modo produtivo, do computador e da internet a que tiverem acesso? Educação e letramento são os recursos humanos necessários para o acesso às TICs. Finalmente, o **acesso amplo às TICs** inclui os recursos sociais, quais sejam: as estruturas comunitária, institucional e da sociedade, que apoiam esse acesso.

No Brasil, iniciativas para inclusão digital e social têm sido desenvolvidas. Você pode consultar, por exemplo, <<http://www.governoeletronico.gov.br/acoes-e-projetos/inclusao-digital>>. Acesso em: 10 mar. 2016.



Um Novo Entendimento das Organizações Contemporâneas

Estamos finalizando a disciplina *Tecnologia e Inovação*. Durante a disciplina, foram estudados os conceitos de tecnologia e de inovação. Você pôde perceber a complexidade desses processos e o quanto eles dependem de vários fatores e, ainda, a importância deles para o crescimento e o desenvolvimento econômico contemporâneo. Em seguida, na Unidade 3, você foi introduzido aos princípios da *Gestão da Inovação Tecnológica*. Finalmente, nesta Unidade, você foi levado a relacionar as questões socioambientais do nosso tempo com a problemática da inovação.

A grande diferença entre as soluções tecnológicas apresentadas anteriormente e as inovações tecnológicas convencionais é a metáfora que usamos para o entendimento sobre o que são as organizações humanas.

Segundo Gareth Morgan (*apud* CAPRA, 2005), a teoria e a prática da administração são moldadas por processos metafóricos que influenciam o que fazemos. Ele identificou as principais metáforas usadas para descrever as organizações: máquina (voltada para o controle e a eficiência); organismo (desenvolvimento, adaptação); cérebro (aprendizagem organizacional); cultura (valores e crenças); e sistema de governo (conflitos de interesses e poder).

As metáforas para organismo e para cérebro correspondem a dimensões biológicas da vida; aquelas para a cultura e para o sistema de governo correspondem à dimensão social. O principal contraste é o que opõe a metáfora da organização como uma máquina à da organização como um sistema vivo.

A metáfora da organização como sistema mecânico tem suas raízes no século XVII quando Newton e Descartes articularam as bases do paradigma mecanicista. A percepção do universo como sistema mecânico composto de peças elementares moldou e continua moldando continuamente nossa percepção da natureza, do organismo humano, da sociedade e da empresa.

O taylorismo-fordismo do começo do século XX é completamente mecanicista.

Saiba mais

Peter Senge

É um dos mais conceituados estrategistas da atualidade devido, principalmente, ao seu livro *A Quinta Disciplina* publicado em 1990, no qual introduz a ideia de aprendizado organizacional. Professor e pesquisador do Massachusetts Institute of Technology (MIT), seus trabalhos enfocam gestão e filosofia. Fonte: Elaborado pela autora deste livro.

Peter Senge (1990), teórico da Administração, caracteriza a empresa no paradigma mecanicista como “uma máquina para ganhar dinheiro”. E a explicação é a seguinte: uma máquina é projetada em vista de um objetivo específico e é propriedade de alguém que tem liberdade para vendê-la. A visão mecanicista das organizações é exatamente assim. Está implícita a ideia de que a empresa é criada e possuída por pessoas que estão fora do sistema.

Sua estrutura e seus objetivos são determinados de fora e impostos à organização.

Ainda, de acordo com Peter Senge (1990), quando concebemos a organização como ser vivo, a questão da propriedade, porém, torna-se problemática. No mundo inteiro, a maior parte dos povos considera imoral a ideia de um ser humano ser propriedade do outro. Se as organizações fossem mesmo comunidades vivas, o ato de comprá-las e de vendê-las seria equivalente à escravidão e o hábito de sujeitar a vida de seus membros a objetivos predeterminados seria visto como uma desumanização.

A máquina tem que ser controlada por seus operadores e obedecer aos comandos deles. A finalidade da teoria da administração é a de provocar operações eficientes por meio de controle exercido de cima para baixo.

Capra (2005) lembra que os seres vivos agem com autonomia, não podem ser controlados como máquinas. A maioria das pessoas não gosta de ser tratada como engrenagem de uma máquina. Os sistemas sociais vivos são redes autogeradoras de comunicações. Isso significa que uma organização humana só será um sistema vivo se for organizada em redes e tiver uma característica especial: ser autogeradora. Cada comunicação gera pensamentos e um significado, os quais dão origem a novas comunicações. Assim, a rede inteira gera a si mesma, produzindo um contexto comum de significados, um corpo comum de conhecimentos, regras de conduta, um limite e

uma identidade coletiva para os seus membros. O termo “comunidade de prática” é usado para identificar essas redes sociais autogeradoras.

À medida que as pessoas dedicam-se a um empreendimento conjunto, acabam por desenvolver uma prática comum, ou seja, maneiras determinadas de fazerem as coisas e de relacionarem-se, que permitem que atinjam o seu objetivo comum. Com o tempo, a prática resultante torna-se um elo que liga, de maneira evidente, as pessoas envolvidas. A vida de uma organização – seu potencial criativo, sua capacidade de aprendizado, sua capacidade para a inovação – reside nas comunidades de prática. Parece, portanto, que o meio mais eficaz para manter uma empresa viva e vibrante é apoiar suas comunidades de prática.

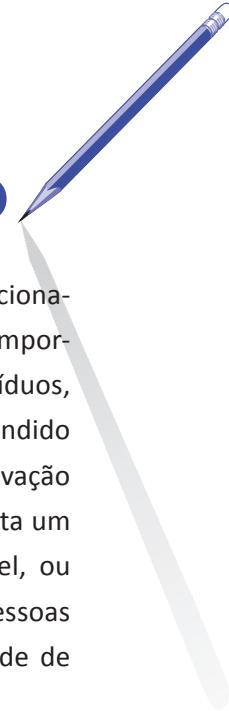
As organizações humanas sempre contêm estruturas projetadas que são as estruturas formais da organização e estruturas emergentes, criadas pelas redes informais. Os administradores hábeis compreendem a interdependência entre elas. Quanto mais vivas forem essas estruturas informais, mais chances de termos uma organização criativa, que aprende, que inova. Quanto mais os administradores conseguirem utilizar a metáfora de organismo para compreender as organizações nas quais atuam, mais nos aproximaremos do desenvolvimento sustentável.

Complementando...

Para você conhecer mais sobre Desenvolvimento Sustentável, indicamos a seguinte leitura:

- ↳ *Desenvolvimento sustentável* – de Marina Ceccato Mendes. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt2.html>. Acesso em: 9 mar. 2016.
- ↳ *Site do Geohive* – nesta página você pode ler mais sobre consumo e produção de energia no mundo. Disponível em: <<http://www.geohive.com/charts/>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

Resumindo



Após ter se familiarizado com os conceitos relacionados com tecnologia e inovação em detalhes, ter visto a importância da inovação tecnológica para o sucesso de indivíduos, organizações e nações no mundo contemporâneo e aprendido um pouco sobre a gestão do complexo fenômeno da inovação tecnológica, você chegou à Unidade quatro, que apresenta um desafio: a inovação para o desenvolvimento sustentável, ou seja, voltada para a melhoria das condições de vida das pessoas que estão vivas, agora, sem comprometer a possibilidade de vida das gerações futuras.

Para permitir-lhe avaliar melhor esse desafio, você foi apresentado ao conceito de Tecnologias Sociais e à relação desta com os princípios da ecologia; o primeiro deles: a vida organizada em redes. As Tecnologias de Informação e Comunicação, difundindo-se rapidamente nos nossos dias, constituem ferramentas apropriadas para a formação das redes sociais em que as organizações, funcionando sob a inovadora lógica dos organismos vivos e não de máquinas, podem efetivamente ajudar no desafio da construção de um futuro melhor, não para poucos, mas para todos.

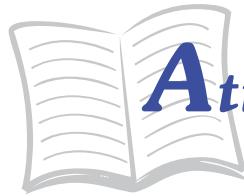
Você vai dizer que isso é utopia... e tem razão, mas

*A utopia está no horizonte.
Me aproximo dois passos,
Se distancia dois passos.
Caminho dez passos e o
Horizonte corre dez passos mais.
Por mais que eu caminhe,
Nunca o alcançarei.
Para que serve a Utopia?
Para isso, para caminhar.*

Eduardo Galeano

Realmente, esperamos ter contribuído para a sua formação como administrador público competente e comprometido com o bem coletivo.

Foi um grande prazer ter compartilhado esses saberes com você! Continue se esforçando no caminho do conhecimento, ele sempre vale a pena.



Atividades de aprendizagem

Vamos conferir se você teve um bom entendimento acerca do que abordamos nessa seção? Para saber, realize as atividades propostas. Caso tenha alguma dúvida, faça uma leitura cuidadosa dos conceitos ainda não entendidos ou, se achar necessário, entre em contato com seu tutor.

1. O que são Tecnologias Sociais? Em que elas se diferenciam das Tecnologias Convencionais?
2. Você poderia dar algum exemplo de Tecnologia Social?
3. Explique o relacionamento entre Tecnologia Social, Tecnologia Convencional e Desenvolvimento Sustentável.
4. O que é exclusão digital?
5. Liste as metáforas, segundo Morgan, das organizações. Qual delas é mais condizente com o desenvolvimento sustentável? Por quê?

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Caro estudante,

Nesta disciplina *Tecnologia e Inovação*, você foi inicialmente conduzido por uma breve viagem ao longo do tempo, que se iniciou nos primórdios da humanidade e chegou aos nossos dias, com um objetivo bem definido: compreender os significados dos termos **tecnologia** e **inovação** e suas interações com a ciência e com o conhecimento científico. É importante ressaltar que falamos de significados, no plural, e não apenas de um significado para cada um dos termos. Isso porque ao longo do texto você viu algumas das possibilidades de uso dessas palavras. Dependendo do significado dado a elas, as consequências são diferentes. Apenas para ilustrar, foi visto que tecnologia em um contexto amplo significa a forma como fazemos as nossas tarefas, das mais simples às mais sofisticadas. Nesse sentido, podemos falar em uso de arpões como tecnologia de pesca. Porém, de forma específica, quando nos referimos à expressão **Ciência e Tecnologia**, ciência no caso significa a esfera de atividades cuja organização conduz à rápida ascensão do conhecimento; a tecnologia, por sua vez, relaciona-se com as atividades que objetivam alcançar a ampliação dos benefícios materiais a partir do novo saber. Desse modo, tecnologia supõe aplicação de conhecimento científico e, portanto, é mais restrita. As tecnologias de pesca, nesse caso, referem-se ao uso de sonares e de sistema *Global Positioning System (GPS)*, por exemplo, para a localização de cardumes em alto mar.

No caso de inovação, você também pôde ver mais de um significado para o termo que, de modo mais genérico, está associado à ideia prática ou a artefato material, que foi inventado ou que é visto como novo. De modo mais específico, conforme Schumpeter, diz respeito à introdução – com sucesso – de novos produtos, de novos

processos de produção, de novas formas organizacionais, também ao uso de novas matérias-primas ou, até mesmo, à exploração de novos mercados na esfera econômica. Na perspectiva econômica, a inovação tem importância decisiva para o crescimento econômico da sociedade e, como tal, tem se tornado um fenômeno cada vez mais estudado de modo que possa ser melhor gerenciado e não deixado ao acaso.

Visando a esse entendimento mais profundo do conceito de inovação, foram apresentados modelos como o linear, o linear reverso e o modelo mais complexo das ligações em cadeia. Cada vez mais se comprehende que a inovação é um fenômeno dependente de múltiplas variáveis e que os modelos que temos ainda são insuficientes para explicá-la completamente.

Para entender determinado fenômeno e estudá-lo cientificamente, há necessidade de ferramentas de observação e de quantificação. Os indicadores de inovação tecnológica são indispensáveis para entender detalhes do processo, suas peculiaridades, de modo a torná-lo administrável. Os indicadores de inovação tecnológica são basicamente de dois tipos: de entrada e de saída. São exemplos de indicadores de entrada os investimentos feitos em P&D e o pessoal ocupado em atividades de C&T. Os números totais de patentes e de publicações científicas são exemplos de indicadores de saída.

A inovação possui características gerais e características particulares. Quanto à generalidade, você viu que a inovação é fundamental para o capitalismo. Quanto às suas particularidades, você pôde observar que o setor econômico e o local geográfico, por exemplo, influenciam fundamentalmente no processo de inovação. Há setores econômicos de alta intensidade tecnológica, ou seja, fortemente dependentes de conhecimentos científicos, como os de telecomunicações, os farmoquímicos, os de aviação, os de computação; e há outros de média intensidade tecnológica, como os setores de material elétrico; de veículos automotores e ferroviário; e aqueles de baixa intensidade tecnológica, caso dos setores de reciclagem, de madeira, de papel e celulose, de bebidas e fumo, de couro e calçados e os do ramo têxtil e de confecção. Assim, a natureza das atividades econômicas predominantes em determinada região influenciará a disposição daquelas para a inovação. Isso não quer dizer que em uma região

onde, atualmente, as atividades econômicas predominantes são de baixa intensidade tecnológica assim se manterá para sempre, mas que há necessidade da introdução de novas atividades econômicas, mais dinâmicas, a fim de que a situação seja revertida. Para que tal iniciativa possa ser bem-sucedida, porém, é preciso ter em mente a natureza sistêmica do fenômeno de inovação e, portanto, não basta a compra de novas tecnologias; faz-se necessário o desenvolvimento da capacidade humana para operá-la e melhorá-la continuamente, o que requer um sistema de formação de recursos humanos, a criação de mercado consumidor para sua sustentação econômica, a existência de um contexto regulatório e macroeconômico e um sistema de valores e crenças favoráveis à inovação.

Para a Gestão da Inovação Tecnológica, no âmbito das organizações, é necessário o estabelecimento de estratégias tecnológicas, que devem, necessariamente, estar submetidas às estratégias organizacionais. Definida a estratégia tecnológica, que pode ser ofensiva, defensiva, imitativa, dependente, tradicional e oportunista, a questão é sua operacionalização. São diversas as fontes a serem pesquisadas para a inovação tecnológica, tais como desenvolvimento tecnológico próprio, contratos de transferência de tecnologia, compra de tecnologia incorporada em máquinas, equipamentos e softwares, conhecimento codificado na forma de livros, manuais e revistas, por exemplo, e desenvolvimento de conhecimento tácito por meio de interação com aqueles que dominam a tecnologia. A cooperação é decisiva nesse sentido e a definição de suas formas e com que atores ela se dará também é decisiva. A cooperação para a inovação entre empresas pode se realizar por meio de subcontratações e de relações com fornecedores; de licenciamento de tecnologias; de consórcios de pesquisa; de alianças estratégicas; de criação de *joint ventures* ou de participação em redes. Além desses tipos de cooperação, também podem ser estabelecidas aquelas com universidades e instituições de pesquisa. São relações de cooperação que apresentam dificuldades advindas principalmente da natureza das atividades normalmente desenvolvidas por empresas e por essas outras organizações. A principal delas refere-se à lógica de divulgação do conhecimento adquirido: para as empresas ele vale como fonte de vantagem competitiva e, portanto, deve ser exclusivo ou protegido por

propriedade intelectual enquanto para as organizações de pesquisa ele vale quanto mais divulgado e testado for.

Pela ótica do administrador público, que tem sob sua responsabilidade a avaliação de projetos de PD&I, é muito importante compreender que os projetos a serem financiados devem ser vistos primeiramente à luz das políticas públicas definidas. A partir daí, compreender que há projetos de naturezas diferentes tratados no texto como pertencentes à Pequena C&T, Grande C&T e C&T em rede, que devem ser avaliados usando-se ferramentas adequadas; e entender que o conjunto de projetos, ou seja, o portfólio de projetos financiados, precisa ser considerado de modo a criar sinergia entre eles e a avançar sem pulverizar recursos. A administração de projetos de PD&I pode seguir a orientação geral de gerenciamento de projetos atentando para as especificidades de projetos dessa natureza, particularmente o alto grau de incerteza associado. No que diz respeito aos mecanismos que financiam a inovação no país, eles já existem, mas seu uso efetivo ainda é pequeno e precisa de divulgação e de regulamentação para ser incorporado à cultura empresarial nacional.

Por último você foi chamado a fazer uma reflexão crítica sobre os processos de inovação na sua vida. Viu que estamos vivendo a Era do Conhecimento, mas que isso precisa significar conhecimento disseminado para todos, valorizado por todos. Viu a diferença entre Tecnologias Convencionais e Tecnologias Sociais e a necessidade que temos de valorizar e de desenvolver as Tecnologias Sociais, aquelas que são pensadas e desenvolvidas para resolver os problemas próprios e não são meras adaptações de soluções de problemas dos outros.

Esperamos, caro estudante, ter-lhe dado conhecimentos e ferramentas para que possa participar de forma consciente e construtiva do processo de inovação tecnológica que vivemos, influenciando-o e não apenas sofrendo suas consequências.

Professora Miriam de Magdala Pinto

Referências



ACKOFF, Russel L. Planning in the systems age. *Sankhiā: The indian journal of statistics*, 35, series B, 149-164; 1973.

ACORDA BRASIL. *A ditadura nas favelas do Rio*. 2007. Disponível em: <<http://acordabrasil.wordpress.com/category/brasil-no-mundo/>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

ALBAGLI, Sarita; BRITO, Jorge (Org.). *Arranjos Produtivos Locais: uma nova estratégia de ação para o SEBRAE*. Rio de Janeiro: RedeSist/UFRJ, 2003. Disponível em: <<http://www.ie.ufrj.br/redesist/Glossario/Glossario%20Sebrae.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

ALBUQUERQUE, Eduardo da Motta. Sistema nacional de inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e tecnologia. *Revista de Economia Política*, v. 16, n. 3 (63), 56-72, 1996.

ANDREWS, Kenneth R. *The concept of corporate strategy*. Dow Jones-Irwin, 1970.

ANSOFF, H. Igor. *Corporate Strategy*. New York: McGraw-Hill, 1965.

BIOGRAFÍAS y Vidas. *Joseph Alois Schumpeter*. [2004?]. Disponível em: <<http://www.biografiasyvidas.com/biografia/s/schumpeter.htm>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

BRASIL. Ministérios da Ciência e Tecnologia. *Depósito de patentes de invenção nos escritórios nacionais em relação ao produto interno bruto (PIB), em 2004*. Brasília, 2006. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0005/5077.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

_____. *Concessão de patentes pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), segundo a origem do depositante, 1998-2008*. Brasília, 2010a. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/5695.html>>. Acesso em: 23 maio 2012.

_____. *Países com maior número de artigos publicados em periódicos científicos indexados pela Thomson/ISI, 2009*. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/9230.html>>. Acesso em: 24 maio 2012.

_____. *Países com maior variação do número de artigos publicados em periódicos científicos indexados pela Thomson/ISI, 1981/2009*. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/9225.html>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

_____. *Dispêndios dos governos estaduais em ciência e tecnologia (C&T) por região e unidade da federação, 2000-2010*. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/8842.html>>. Acesso em: 29 mar. 2016.

BRITTO, Jorge. Cooperação interindustrial e redes de empresas. In: KUPFER, David; HASENCLEVER, Lia (Org). *Economia Industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil*. Rio de Janeiro: Campus, 2002. cap. 15, p. 345-388. Disponível em: <http://www.labmundo.org/disciplinas/BRITO_Jorge_Coopera%C3%A7%C3%A3o_Interindustrial_e_redes_de_empresas.pdf>. Acesso em: 24 maio 2012.

CAPRA, Fritjof. *As conexões ocultas: ciência para uma vida sustentável*. São Paulo: Cultrix, 2005.

CASSIOLATO, José Eduardo *et al.* *A relação universidade e instituições de pesquisa com o setor industrial: uma análise de seus condicionantes*. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 1996.

CASSIOLATO, José Eduardo; LASTRES; Helena Maria Martins; SZAPIRO, Marina. *Nota Técnica 27: Arranjos e sistemas produtivos locais e proposições de políticas de desenvolvimento industrial e tecnológico*. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 2000. Disponível em: <<http://www.ie.ufrj.br/redesist/P2/textos/NT27.PDF>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

CHANDLER, Alfred. *Strategy and Structure*. Cambridge, MA: MIT Press, 1962.

COOMBS, R.; RICHARDS, A. Technology, products and firms strategies: part 1 – a framework for analysis. *Technology analysis and strategic management*, vol. 3, n. 1, 1991.

CORAL, Eliza; OGLIARI, André; ABREU, Aline França de. *Gestão integrada da inovação: estratégia, organização e desenvolvimento de produtos*. São Paulo: Editora Átlas, 2008.

- CORDELLA, Alfredo. *Sociedade, Ethos e Cultura*. [2009?]. Disponível em: <http://www.profcordella.com.br/unisanta/textos/cos11_sociedade_cultura_e_ethos.htm>. Acesso em: 10 mar. 2016.
- DASGUPTA, Partha; DAVID, Paul. Toward a new economics of science. *Research Policy*. v. 23, n. 5, p. 487-521, Sept. 1994.
- DAVIES, Paul. *O que é a ciência?* [19--]. Tradução de Desidério Murcho. Disponível em: <http://criticanarede.com/filos_ciencia.html>. Acesso em: 10 mar. 2016.
- DIAMOND, Jared. *Armas, germes e aço: os destinos das sociedades humanas*. São Paulo, Rio de Janeiro: Editora Record, 2003.
- ENCICLOPÉDIA e Dicionário Ilustrado Koogan Houaiss. Rio de Janeiro: Editora Delta, 2009.
- ESCOLA 24h. *A escrita cuneiforme*. [2001?]. Disponível em: <http://www.escola24h.com.br/salaaula/estudos/portugues/400_historia_escrita/escrita_cuneiforme.htm>. Acesso em: 10 mar. 2016.
- ETZKOWITZ, Henry; LEYDESDORFF, Loet. The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29, p.109–123, 2000.
- EVERED, Roger. So what is strategy? *Long Range Planning*, 16, n. 3, 57-72; 1983.
- FREEMAN, Chris. Continental, national and sub-national innovation systems-complementary and economic growth. *Research Policy*, 31, 2002.
- _____. *Technology policy and economic performance: lessons from Japan*. New York/London: Pinter, 1987.
- FREEMAN, Chris; SOETE, Lucas. *The economics of Industrial Innovation*. Third Edition. Cambridge, MA: MIT Press, 1997.
- FURTADO, André Tosi; CARVALHO, Ruy de Quadros. Q. Padrões de intensidade tecnológica da indústria brasileira: um estudo comparativo com os países centrais. *São Paulo em Perspectiva*, v. 19, n. 1, p. 70-84, jan./mar. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/spp/v19n1/v19n1a06.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

GUEDES, Vânia L. S.; BORSCHIVER, Suzana. *Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica*. 2005. Disponível em: <<http://www.feg.unesp.br/~fmarins/seminarios/Material%20de%20Leitura/Bibliometria/Artigo%20Bibliometria%20-%20Ferramenta%20estat%EDstica%20VaniaLSGuedes.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

HALL, Bronwyn H. *Innovation and Diffusion*. In: FAGERBERG, J; MOWERY, D.C.; NELSON, R. *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford Universtiyy Press, 2005.

HASTENREITER FILHO, Horácio. *Acertos e desacertos dos principais programas de redes de cooperação interempresariais brasileiros*. In: TEIXEIRA, Francisco (Org.). *Gestão de redes de cooperação interempresariais: em busca de novos espaços para o aprendizado e a inovação*. Casa da Qualidade, 2005.

HOUAISS, Instituto Antônio. *Dicionário Eletrônico Houaiss da Língua Portuguesa*. Versão Monousuário, 3.0. CD-ROM. Objetiva: junho de 2009.

IBGE. *Pesquisa de Inovação Tecnológica*: 2005. Rio de Janeiro: IBGE, 2007a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pintec/2005/pintec2005.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

IBGE. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD)*: 2007. Rio de Janeiro, 2007b.

_____. *Conceitos (Atividades)*. *Valor da Transformação Industrial*. [2009?]. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/atividades/conceitoativ.shtm>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

_____. *Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC)*: 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/PUBLICACAO/Publicacao%20PINTEC%202008.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL. *[Pedidos e concessão de patentes depositados no INPI, por Estado e segundo tipos]*. Rio de Janeiro, [2004?].

ITS. *Tecnologia Social*. [2004?]. Disponível em: <<http://www.itsbrasil.org.br/conceitos/tecnologia-social>>. Acesso em: 24 maio 2012.

KLEINA, Claudio; MARTINS, Sônia do Socorro Ribeiro. *Letra feia e ilegível: sinal de disgrafia*. 2012. Disponível em: <<http://www.recantodasletras.com.br/artigos/3539510>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

KLINE, Stephen J. Innovation is not a linear process. *Research Management*, v. 28, no. 4, p. 36k-45, jul/ago, 1978.

KLINE, Stephen J.; ROSENBERG, Nathan. An overview of innovation. In: LANDAU, R.; ROSENBERG, N. (Eds.). *The positive sum strategy*. National Academic Press, Washington DC, 1986.

KUPFER, David; TIGRE, Paulo B. Prospecção tecnológica. In: *Modelo Senai de Prospecção: Documento metodológico*. Montevideo: Cintefo/OIT, 2004.

KUPFER, David; HASENCLEVER, Lia (Org.). *Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil*. São Paulo: Campus/Elsevier, 2002.

LANDES, David. *Prometeu Desacorrentado*. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2005.

LASTRES, Helena M. M; ALBAGLI, Sarita (Coord.). *Informação e globalização na era do conhecimento*. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

LASTRES, Helena; CASSIOLATO, José; ARROIO, Ana (Org.). *Conhecimento, Sistemas de Inovação e Desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/Contraponto, 2005. (Coleção Economia e Sociedade).

LEYDESDORFF, Loet; ETZKOWITZ, Henry. Emergence of a Triple Helix of university–industry–government relations. *Science and Public Policy* 23, 279–286, 1996.

LUNDVALL, Bengt-Ake (Ed.). *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. London: Pinter, 1992.

MICHAELIS. *Moderno dicionário da língua portuguesa*. Editora Melhoramentos, 2007.

MINTZBERG, Henry. Strategy formation: schools of thought, 105-235. In: FREDERICKSON, J. (Ed.). *Perspectives on Strategic Management*. New York: Harper Business, 1990.

MINTZBERG, Henry; AHLSTRAND, Bruce; LAMPEL, Joseph. *Safári de estratégia: um roteiro pela selva do planejamento estratégico*. Porto Alegre: Bookman, 2000.-

MOREIRA, Daniel Augusto; QUEIROZ, Ana Carolina (Coord.). *Inovação organizacional e tecnológica*. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

MORGAN, Gareth. *Images of organizations*. San Francisco: Berrett-Koehler, 1998.

NELSON, Richard (Ed.) *National innovation systems: a comparative analysis*. New York, Oxford: Oxford University Press, 1993.

OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. *Canberra Manual: Manual on the measurement of human resources devoted to S&T*, Paris, 1995. Disponível em: <<http://www.inei.org.br/inovateca/estudos-e-pesquisas-em-inovacao/Manual%20de%20Canberra.pdf/view>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

_____. *Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação*. 1997. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/esalqtec/artigos/MANUAL%20DE%20OSLO%20-%20Diretrizes%20para%20Coleta%20e%20Interpretacao%20de%20Dados%20sobre%20Inovacao.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

_____. *OECD Fact Book 2008: economic, environmental and social statistics*. 2008. Tradução nossa. Disponível em: <http://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-factbook-2008_factbook-2008-en>. Acesso em: 10 mar. 2016.

_____. *Statistics*. [2012?]. Disponível em: <<http://www.oecd-ilibrary.org/statistics>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

PAVITT, Keith. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, vol. 13, 1984.

PORTR, Michael E. *Estratégia Competitiva: Técnicas de análise da indústria e da concorrência*. Rio de Janeiro: Campus, 1980.

ROGERS, Everett M. *Diffusion of innovations*. 4th edition, New York: The Free Press, 1995. (First Edition, 1962).

ROTHWELL, R. *The changing nature of the innovation process: implications for SMEs*. Manchester Business School, june, 1993.

RUMELT, Richard; SCHENDEL, Dann; TEECE, David. *Strategic Management Journal*, 12, 5-29; 1991.

RUTKOWSKI, Jacqueline E. Rede de tecnologias sociais: pode a tecnologia proporcionar desenvolvimento social? In: LIANZA, S.; ADDOR, F. (Org.). *Tecnologia e desenvolvimento social e solidário*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005.

SANDRONI, Paulo H. *Novíssimo dicionário de economia*. 12. ed. São Paulo: Best Seller, 2003.

SCHUMPETER, Joseph. A. *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York: Harper and Row, 1943.

_____. *A teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico*. São Paulo: Abril Cultural, 1982. (Coleção Os economistas)

SENGE, Peter M. *A quinta disciplina*. São Paulo: Editora Best Seller, 1990.

STAL, E.; SOUZA NETO J. A. *Cooperação institucional universidade-empresa*. Porto Alegre: Sebrae, 1998.

TEECE, David J.; PISANO, Gary; SHUEN, Ami. Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, v. 18, n. 7, p. 509-533, 1997.

TIDD, Joe; BESSANT, John; PAVITT, Keith. *Managing innovation: integrating technological, market and organizational change*. Chichester: John Wiley, 1997.

TIGRE, Paulo Bastos. *Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil*. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2006.

WARSCHAUER, Mark. *Tecnologia e inclusão social: a exclusão digital em debate*. São Paulo: Editora Senac, 2006.

WERNERFELT, Birger. A Resource-Based View of the Firm. *Strategic Management Journal*, v. 5, p. 171-180, 1984.

ZACKIEWICZ, Mauro. *Trajetórias e Desafios da Avaliação em Ciência, Tecnologia e Inovação*. 231 p. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Departamento de Política Científica e Tecnológica – DPCT/UNICAMP, Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000349511>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

MINICURRÍCULO

Miriam de Magdala Pinto

Graduada em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em 1990, mestre em Ciências pela mesma instituição em 1993, concluiu o doutorado em Engenharia de Produção pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro em 1999. Atualmente é professora do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Espírito Santo e do Programa de Mestrado em Ensino de Física da mesma universidade. Atua nas áreas de Empreendedorismo e Inovação. Coordena desde 2010 o Living Lab Habitat, iniciativa multidisciplinar e multiorganizacional de promoção de inovações tecnológicas e sociais para melhoria das condições habitacionais de populações de baixa renda, reconhecido pela European Network of Living Labs (ENoLL). Participa da Red Iberoamericana de Laboratorios Ciudadanos, projeto apoiado pelo Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo (CYTED).

