

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



2012

© 2012. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Todos os direitos reservados.

A responsabilidade pelo conteúdo e imagens desta obra é do(s) respectivo(s) autor(es). O conteúdo desta obra foi licenciado temporária e gratuitamente para utilização no âmbito do Sistema Universidade Aberta do Brasil, através da UFSC. O leitor se compromete a utilizar o conteúdo desta obra para aprendizado pessoal, sendo que a reprodução e distribuição ficarão limitadas ao âmbito interno dos cursos. A citação desta obra em trabalhos acadêmicos e/ou profissionais poderá ser feita com indicação da fonte. A cópia desta obra sem autorização expressa ou com intuito de lucro constitui crime contra a propriedade intelectual, com sanções previstas no Código Penal, artigo 184, Parágrafos 1º ao 3º, sem prejuízo das sanções cíveis cabíveis à espécie.

P659t Pinto, Miriam de Magdala
Tecnologia e inovação / Miriam de Magdala Pinto. – Florianópolis : Departamento de Ciências da Administração / UFSC; [Brasília] : CAPES : UAB, 2012.
152p.

Bacharelado em Administração Pública
Inclui bibliografia
ISBN: 978-85-7988-158-9

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

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

PRESIDENTA DA REPÚBLICA

Dilma Vana Rousseff

MINISTRO DA EDUCAÇÃO

Aloizio Mercadante

PRESIDENTE DA CAPES

Jorge Almeida Guimarães

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

REITORA

Roselane Neckel

VICE-REITORA

Lúcia Helena Martins Pacheco

CENTRO SÓCIO-ECONÔMICO

DIRETOR

Ricardo José de Araújo Oliveira

VICE-DIRETOR

Alexandre Marino Costa

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA ADMINISTRAÇÃO

CHEFE DO DEPARTAMENTO

Marcos Baptista Lopez Dalmou

SUBCHEFE DO DEPARTAMENTO

Marilda Todescat

DIRETORIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

DIRETOR DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

João Carlos Teatini de Souza Clímaco

COORDENAÇÃO GERAL DE ARTICULAÇÃO ACADÊMICA

Alvana Maria Bof

COORDENAÇÃO GERAL DE SUPERVISÃO E FOMENTO

Grace Tavares Vieira

COORDENAÇÃO GERAL DE INFRAESTRUTURA DE POLOS

Jean Marc Georges Mutzing

COORDENAÇÃO GERAL DE POLÍTICA DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO

Aloisio Nonato

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO E ACOMPANHAMENTO – PNAP

Alexandre Marino Costa
Claudinê Jordão de Carvalho
Eliane Moreira Sá de Souza
Marcos Tanure Sanabio
Maria Aparecida da Silva
Marina Isabel de Almeida
Oreste Preti
Tatiane Michelin
Teresa Cristina Janes Carneiro

METODOLOGIA PARA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Universidade Federal de Mato Grosso

COORDENAÇÃO TÉCNICA – DED

Soraya Matos de Vasconcelos
Tatiane Pacanaro Trinca

AUTORA DO CONTEÚDO

Míriam de Magdala Pinto

EQUIPE DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS DIDÁTICOS CAD/UFSC

Coordenador do Projeto
Alexandre Marino Costa

Coordenação de Produção de Recursos Didáticos
Denise Aparecida Bunn

Supervisão de Produção de Recursos Didáticos
Érika Alessandra Salmeron Silva

Designer Instrucional
Denise Aparecida Bunn
Érika Alessandra Salmeron Silva
Silvia dos Santos Fernandes

Auxiliar Administrativo
Stephany Kaori Yoshida

Capa
Alexandre Noronha

Ilustração
Adriano Schmidt Reibnitz

Projeto Gráfico e Editoração
Annye Cristiny Tessaro

Revisão Textual
Mara Aparecida Andrade da Rosa Siqueira
Sergio Luiz Meira

PREFÁCIO

Os dois principais desafios da atualidade na área educacional do País são a qualificação dos professores que atuam nas escolas de educação básica e a qualificação do quadro funcional atuante na gestão do Estado brasileiro, nas várias instâncias administrativas. O Ministério da Educação (MEC) está enfrentando o primeiro desafio com o Plano Nacional de Formação de Professores, que tem como objetivo qualificar mais de 300.000 professores em exercício nas escolas de Ensino Fundamental e Médio, sendo metade desse esforço realizado pelo Sistema Universidade Aberta do Brasil (UAB). Em relação ao segundo desafio, o MEC, por meio da UAB/CAPES, lança o Programa Nacional de Formação em Administração Pública (PNAP). Esse programa engloba um curso de bacharelado e três especializações (Gestão Pública, Gestão Pública Municipal e Gestão em Saúde) e visa colaborar com o esforço de qualificação dos gestores públicos brasileiros, com especial atenção no atendimento ao interior do País, por meio de Polos da UAB.

O PNAP é um programa com características especiais. Em primeiro lugar, tal programa surgiu do esforço e da reflexão de uma rede composta pela Escola Nacional de Administração Pública (ENAP), pelo Ministério do Planejamento, pelo Ministério da Saúde, pelo Conselho Federal de Administração, pela Secretaria de Educação a Distância (SEED) e por mais de 20 Instituições Públicas de Ensino Superior (IPESs), vinculadas à UAB, que colaboraram na elaboração do Projeto Político-Pedagógico (PPP) dos cursos. Em segundo lugar, este projeto será aplicado por todas as IPESs e pretende manter um padrão de qualidade em todo o País, mas abrindo margem para que cada IPES, que ofertará os cursos, possa incluir assuntos em atendimento às diversidades econômicas e culturais de sua região.

Outro elemento importante é a construção coletiva do material didático. A UAB colocará à disposição das IPES um material didático mínimo de referência para todas as disciplinas obrigatórias e para algumas optativas. Esse material está sendo elaborado por profissionais experientes da área da Administração Pública de mais de 30 diferentes instituições, com apoio de equipe multidisciplinar. Por último, a produção coletiva antecipada dos materiais didáticos libera o corpo docente das IPESs para uma dedicação maior ao processo de gestão acadêmica dos cursos; uniformiza um elevado patamar de qualidade para o material didático e garante o desenvolvimento ininterrupto dos cursos, sem as paralisações que sempre comprometem o entusiasmo dos estudantes.

Por tudo isso, estamos seguros de que mais um importante passo em direção à democratização do Ensino Superior público e de qualidade está sendo dado, desta vez contribuindo também para a melhoria da gestão pública brasileira.

Celso José da Costa
Diretor de Educação a Distância
Coordenador Nacional da UAB
CAPES-MEC

SUMÁRIO

Apresentação.....	9
-------------------	---

Unidade 1 – Conceitos Fundamentais

Conceitos Fundamentais	15
Do Início até os Dias de Hoje	15
Ciência, Tecnologia e Inovação Tecnológica	33

Unidade 2 – Indicadores e Condicionantes do Processo de Inovação

Indicadores e Condicionantes do Processo de Inovação	55
Indicadores de Inovação Tecnológica.....	55
Condicionantes da Inovação Tecnológica	68
Intensidade Tecnológica.....	68
Padrões Setoriais de Inovação Tecnológica.....	72
Influência da Localização Geográfica sobre o Processo de Inovação	76

Unidade 3 – Gestão da Inovação Tecnológica

Estratégias Organizacionais	91
Estratégias Tecnológicas.....	92
Tecnologias Básicas, Críticas e Emergentes.....	92
Cooperação para a Inovação.....	100
Avaliação de Projetos de PD&I.....	110
Financiamento para a Inovação.....	113

Unidade 4 – Inovação para o Desenvolvimento Sustentável

Inovação para o Desenvolvimento Sustentável.....	121
Tecnologias Convencionais e Tecnologias Sociais	121
Inovação e Desenvolvimento Sustentável	130
As TICs em Foco	133
Um Novo Entendimento das Organizações Contemporâneas	135
Considerações Finais.....	141
Referências.....	145
Minicurriculo	152

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***.

***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).

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.

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

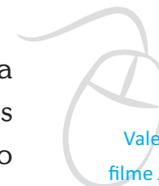
Por volta de 1 milhão de anos atrás, o *Homo erectus* foi capaz de sair da África e povoar o sul da Ásia; e após 500 mil anos já habitando a Europa e a Ásia, os humanos possuíam esqueletos maiores e crânios mais arredondados, bastante semelhantes aos nossos, passando a ser conhecidos como *Homo sapiens*.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



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).

formas 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: 23 maio 2012.

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 homínídeos 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: Placa com inscrição cuneiforme da Universidade de Missouri.

Datação: 2500 a.C.

Fonte: MU Libraries Gateway (2011)

Se pararmos 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 (estiletos 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://midiasnaeducacao-joanirse.blogspot.com.br/2009/07/historia-da-escrita.html>>. Acesso em: 25 jun. 2012.

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 patenteou em 1712. A máquina de Newcomen, por sua vez, tinha tido como modelo a máquina que Thomas Savery patenteou 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.

Veja mais detalhes sobre James Watt, a máquina a vapor e o uso da energia, acessando: <<http://educacao.uol.com.br/biografias/ult1789u502.jhtm>>. Acesso em: 23 maio 2012.

Novos detalhes foram ainda aperfeiçoados até que o motor atingiu 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: 23 maio 2012.

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 lâmpões 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.

Acesa 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.

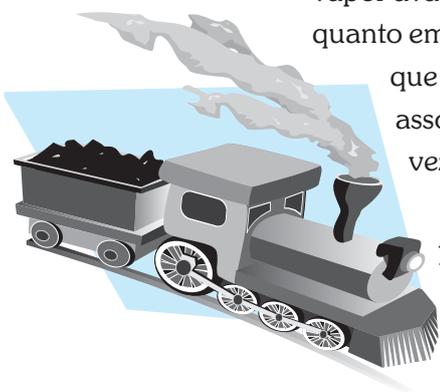
***Inovação tecnológica** – neste contexto, a expressão [...] é tomada como sendo um sinônimo para a produção, assimilação e exploração, com sucesso, de novas tecnologias nas esferas econômica e social. Fonte: European Commission (1995 *apud* MOREIRA; QUEIROZ, 2007, p. 6).

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 deslançava.



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?

Confira a história do automóvel, acessando o site sugerido na seção Complementando.



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?

Em 1903, Henry Ford cria a Ford Motors Company, empresa fabricante de automóveis, cujo principal objetivo era popularizar seu produto. Sua ideia era produzir um grande número de veículos, com desenho simples e 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 (US\$ 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.

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

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).



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: Enciclopédia 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 2ª 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



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.espacoacademico.com.br/047/47cfutata.htm>>. Acesso em: 23 maio 2012.

próprio, o que levou ao desenvolvimento do **toyotismo** e liderou 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*** abriram

***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 «circuito» econômico, e um estado de crescimento, a «evolução». A passagem do «circuito» para a «evolução» se dá por meio das inovações que constituem o motor do crescimento. Fonte: Biografias 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) distinguia 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.

Começemos 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*. 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.

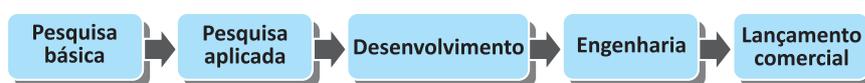


Figura 2: Modelo linear de inovação tecnológica ou *science push*

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

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.



empresas para o desenvolvimento de novos produtos e processos, gerando riqueza e desenvolvimento econômico e social.

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.

*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, alardeada a partir da década de 1990, tem levado à busca por combustíveis alternativos aos fósseis e, agora, dispomos dos carros bicompostíveis. 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 Ligações 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 seqüências 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.

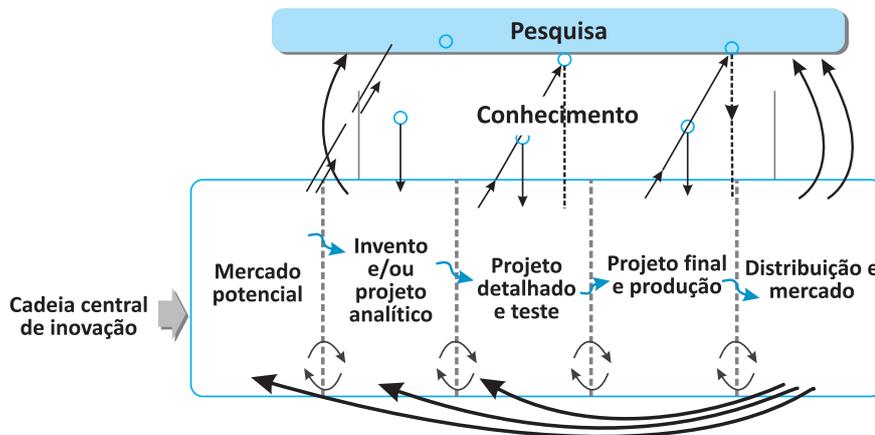


Figura 4: Modelo de ligações em cadeia
 Fonte: Adaptada de Kline e Rosenberg (1986)

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.

Para conhecer mais sobre esse manual, acesse: <<http://www.esalq.usp.br/esalqtec/artigos/MANUAL%20DE%20OSLO%20-%20Diretrizes%20para%20Coleta%20e%20Interpretacao%20de%20Dados%20sobre%20Inovacao.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2012.



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 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 quão 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.

Trajétoria 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.

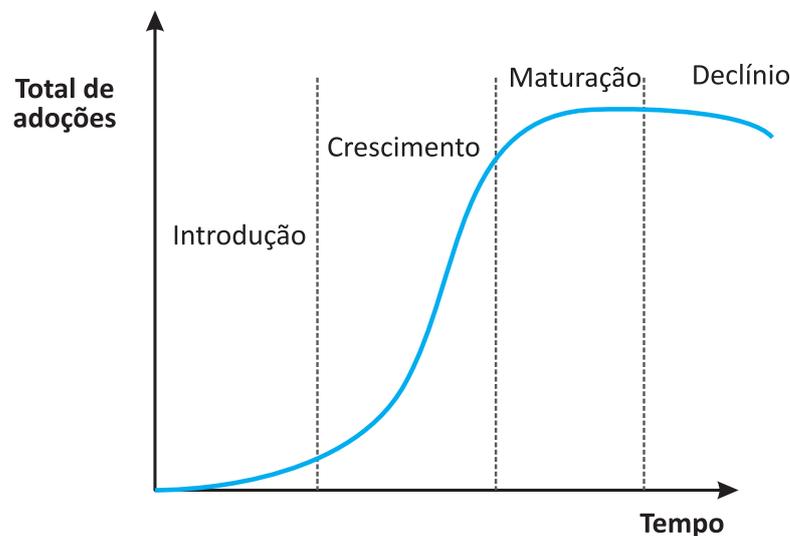


Figura 5: Curva S representando o acúmulo de adoções ou o processo de difusão de uma tecnologia

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

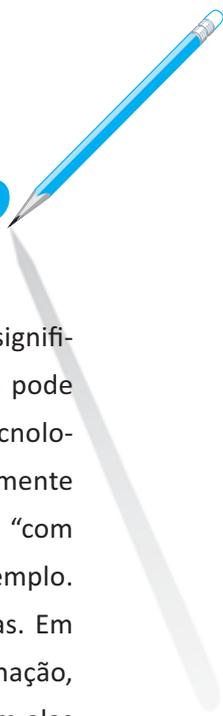
De acordo com Tigre (2006), os fatores institucionais que condicionam o processo de difusão tecnológica incluem a disponibilidade de financiamentos e de incentivos fiscais à inovação, a existência de um sistema de propriedade intelectual e de capital humano e instituições de apoio, para citar alguns 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.discoverybrasil.com/velocidade/timeline/timeline.shtml>>. Acesso em: 23 maio 2012.

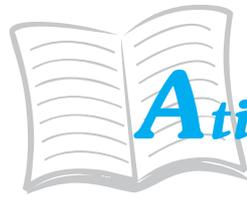
Resumindo



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 impulsionar 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/organizacional) 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?