

Inovação nos setores de baixa e média tecnologia

Ana Cristina Rodrigues da Costa, Dulce Corrêa Monteiro Filha
e Silvia Maria Guidolin

<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>

Inovação nos setores de baixa e média tecnologia

Ana Cristina Rodrigues da Costa
Dulce Corrêa Monteiro Filha
Silvia Maria Guidolin*

Resumo

Este trabalho busca trazer uma visão mais abrangente sobre as inovações, com ênfase nos setores de baixa e média tecnologia. No aspecto conceitual, o texto mostra as limitações da visão convencional, influenciada pelo modelo linear de inovação. Como abordagem alternativa, são apresentados o modelo interativo e a teoria da inovação disruptiva, considerados uma visão mais abrangente do processo inovativo e adequados a todos os setores industriais. No aspecto prático, são mostradas tendências de inovação para o caso do setor têxtil, bem como as estratégias de inovação mais utilizadas pelas empresas de média e baixa tecnologia. Por fim, propõe-se que uma estratégia orientada ao cliente, que enfoque inovações disruptivas, é portadora de futuro para esses setores, pois pode permitir que estes alcancem novos patamares de competitividade no mercado global.

* Respectivamente, gerente e economistas do Departamento de Bens de Consumo, Comércio e Serviços da Área Industrial do BNDES.

Introdução

Inovação é, sem dúvida, a palavra de ordem em termos de competitividade para empresas e países. Apesar dos avanços obtidos desde os trabalhos de Schumpeter na compreensão da inovação, ainda existem muitos temas em aberto – entre eles, a inovação nos setores de baixa e média tecnologia (que incluem as indústrias maduras e tradicionais). A visão convencional sobre as características desses setores e sobre a dinâmica do processo inovativo coloca-os num papel marginal na atual economia do conhecimento, negligenciados no debate acadêmico e nas políticas de ciência, tecnologia e inovação.

Como esses setores compõem parte relevante da economia não apenas dos países em desenvolvimento, mas também de países desenvolvidos, alguns autores passaram a indicar a necessidade de um novo olhar sobre a inovação, menos restrito aos setores de alta tecnologia, pois não é possível ignorar as importantes inter-relações existentes entre os diferentes setores industriais no âmbito da inovação.

Este trabalho busca inserir-se nessa discussão, a fim de ajudar na compreensão dos processos inovativos próprios dos setores de média e baixa tecnologia, bem como de sua importância na interação com os demais setores. Em especial, o artigo utiliza o setor têxtil como referência para exemplificar as diversas oportunidades de inovação que existem em setores de baixa e média tecnologia.

Este artigo está dividido da seguinte forma. A segunda seção, “Do mercado à pesquisa: os caminhos da inovação bem-sucedida”, discute a influência do modelo linear de inovação na visão convencional sobre o tema e propõe o modelo interativo e a teoria da inovação disruptiva como visão alternativa. A terceira e a quarta seções – respectivamente, “Trajetórias tecnológicas dos setores de baixa e média tecnologia” e “O papel dos difusores de tecnologia” – examinam as características da inovação nas indústrias de baixa tecnologia, superando a ideia de que esses setores estão aprisionados em trajetórias tecnológicas obsoletas ou são apenas dependentes do desenvolvimento de outros setores industriais. Dentre essas características, destacam-se as oportunidades decorrentes da diversificação e o papel que esses setores podem exercer como difusores de tecnologias de propósito genérico e como codesenvolvedoras (*carrier industries*).

Em consonância com essa visão, a quinta seção mostra o caso do setor têxtil, que atravessa, mais uma vez, um período de renovação por meio das inovações. O caso ilustra como as inovações dos setores de alta tecnologia podem contribuir para as inovações conjuntas nos setores de média e baixa tecnologia, como no caso dos produtos e processos químicos e das tecnologias de informação e comunicação (TIC). Além das oportunidades de inovação, a visão alternativa proposta requer uma estratégia que permita que a empresa de baixa e média tecnologia conduza o processo de inovação até que a mesma chegue ao mercado, alcançando maior competitividade. Nesse sentido, a sexta seção – “Estratégias de inovação nos setores de baixa e média tecnologia” – sistematiza as estratégias para inovar mais usuais das indústrias de baixa e média tecnologia, quais sejam: estratégia passo a passo, estratégia orientada ao cliente e estratégia especializada em processo. A partir dessas estratégias e da visão alternativa apresentada, propõe-se, na última seção o que se considera uma estratégia de inovação portadora de futuro para os setores de média e baixa tecnologia no Brasil – uma estratégia de inovação orientada ao cliente e com enfoque em inovações disruptivas. Nesse sentido, utiliza-se o caso do setor têxtil para exemplificar como o uso dos instrumentos de apoio do BNDES aos esforços inovativos das empresas pode contribuir para que as mesmas desenvolvam capacitações que as habilitem a inovar e concorrer em um mercado globalizado.

Do mercado à pesquisa: os caminhos da inovação bem-sucedida

Na concepção de Schumpeter,¹ a concorrência é um processo dinâmico marcado pela introdução e pela difusão contínua de inovações, pois o empresário está sempre em busca de uma fonte de lucros mais elevados, de maior adição de valor, de vantagem competitiva – ou, nos termos de Schumpeter, está em busca da posição de monopólio temporário conferida pela inovação. O processo de busca pela inovação bem-sucedida é permeado pela incerteza² – é necessário conciliar os riscos envolvidos tanto do ponto de vista técnico quanto do comercial.

¹ Joseph Schumpeter foi um dos primeiros autores a enfatizar a importância das inovações para o desenvolvimento econômico. Alguns de seus livros mais relevantes são *Teoria do desenvolvimento econômico*, cuja versão em inglês é de 1934 e *Capitalismo, socialismo e democracia*, de 1942.

² Toda inovação é permeada pela incerteza. No caso da indústria alimentar, o uso de organismos geneticamente modificados sofreu fortes restrições no mercado consumidor [Von Tunzelmann e Acha (2005)].

Como a vida hoje está cercada de ciência e tecnologia, associa-se sempre inovação com algum produto muito moderno e com funções que utilizam as últimas descobertas científicas, enfatizando, assim, o aspecto técnico da inovação. Contudo, as inovações não precisam estar associadas exclusivamente a oportunidades tecnológicas – elas podem ser feitas com base em um novo conceito que une o conhecimento que já existe e está disponível a uma boa estratégia de *marketing* (distribuição e comunicação). Esse é o caso dos lançamentos recentes da Apple, como o iPhone e o iPad [The Economist (2010)]. O mundo está cheio de boas ideias, invenções, ciência e técnica. Muitas delas estão nos escritórios de patentes – e nunca saíram de lá. Kline e Rosenberg (1986) afirmaram que a maior parte das patentes depositadas no US Patent Office nunca tiveram alguma forma de saída a mercado.

O ciclo da inovação só se completa quando ela chega ao mercado e é valorizada pelos consumidores. Boas ideias, que não são econômica ou tecnicamente viáveis de serem produzidas ou que os consumidores não estão interessados em adquirir, não constituem inovações.³ Conforme Kline e Rosenberg (1986), pesquisas empíricas sobre inovações *efetivamente implementadas* revelam que mais de três quartos delas foram iniciadas com base em necessidades do mercado, enquanto a parte restante surgiu por meio de oportunidades técnicas percebidas.

Nesse sentido, é preciso discutir a associação direta e comum que se estabelece entre inovação e ciência, suas limitações, bem como uma visão mais abrangente de inovação – na qual a inovação pode, a partir de todos os setores da economia, sair do mundo das ideias e entrar na vida das famílias e das empresas.

A herança do modelo linear

Nas últimas décadas, a crescente complexidade das descobertas em áreas como biologia, eletrônica e química proporcionaram ampla gama de inovações consideradas de alta tecnologia. Essas inovações são diretamente associadas aos setores de alta tecnologia (*high tech*), que, por sua vez, são a referência da chamada “sociedade do conhecimento”, que está emergindo nos últimos anos. Nesse novo ambiente, a difusão e a geração de conhecimento tornaram-se características centrais das firmas e de toda

³ A invenção pode ser um novo processo, técnica ou produto inédito. Para que ela constitua uma inovação, é necessária sua efetiva aplicação comercial.

a economia, e a inovação continuada é determinante do desenvolvimento econômico e social. Para Hirsch-Kreinsen *et al.* (2003), essas são algumas das tendências do desenvolvimento contemporâneo. No entanto, os papéis atribuídos, nesse processo, aos diferentes setores industriais pode ser questionado.

A terminologia utilizada pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que divide os setores em alta, média-alta, média-baixa e baixa tecnologia, de acordo com a intensidade em P&D,⁴ contribui para a formação de uma visão parcial sobre o tema. Conforme discutem Hirsch-Kreinsen *et al.* (2003), o debate sobre essa terminologia foi amplo e envolveu muitas qualificações em sua proposição inicial nos anos 1980, como a de que os gastos diretos com P&D são apenas um indicador de conteúdo de conhecimento.

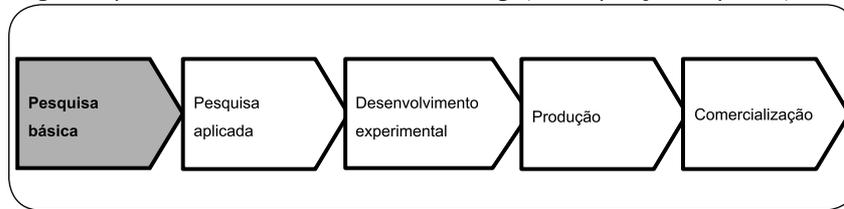
Infelizmente, a riqueza da discussão se perdeu e essa classificação passou a ser usada de forma isolada. Os setores assumiram papéis antagônicos e muitas políticas de ciência e tecnologia (C&T) adotaram metas para o agregado P&D. As atividades de P&D constituem a principal referência no que tange aos esforços formais e direcionados à inovação e não se questiona sua importância. Contudo, a complexidade do processo de inovar, desde a concepção de uma nova ideia até sua bem-sucedida implementação no mercado, não pode ser limitada (e mensurada) apenas pelos indicadores de P&D. A inovação precisa ser avaliada de forma mais abrangente.

O trabalho de Kline e Rosenberg (1986) fornece uma ótima perspectiva sobre o tema. Na visão dos autores, a ênfase no aspecto tecnológico das inovações teve forte influência do modelo linear de inovação. Visão dominante após a Segunda Grande Guerra, a principal referência do modelo linear foi o trabalho de Vannevar Bush, *Science – The endless frontier* (1945), que deu suporte à criação da National Science Foundation, nos Estados Unidos. No modelo linear, a inovação é o resultado de um processo sequencial iniciado com pesquisa básica,⁵ pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental, cujos resultados seriam levados à produção e depois à comercialização (ver Figura 1). Essa visão domina as discussões sobre políticas de inovação e a própria mensuração dos indicadores de inovação.

⁴ A intensidade em P&D é mensurada por indicadores como gastos com P&D sobre faturamento, gastos com P&D sobre produto e gastos com P&D sobre valor adicionado. Para mais detalhes sobre a construção desta taxonomia, ver Hatzichronoglou (1997).

⁵ Nessa concepção, a pesquisa básica produz conhecimento como bem público e, por isso, justificam-se os gastos públicos de financiamento à pesquisa científica, como a National Science Foundation.

Figura 1 | O modelo linear convencional de ligação da pesquisa à produção



Fonte: Adaptado de Kline e Rosenberg (1986, p. 286).

Kline e Rosenberg (1986) fazem uma crítica à visão restrita proposta no modelo linear. Segundo os autores, o modelo não considera os processos retroalimentadores (*feedbacks*) com a área de vendas e com os usuários finais, fundamentais para a avaliação do desempenho da inovação, das próximas etapas a serem desenvolvidas e do posicionamento competitivo alcançado. O projeto inicial de uma inovação dificilmente será sua melhor versão. Sua otimização e sua funcionalidade dependem dos *feedbacks* e dos processos de aprendizado.

Na visão de Kline e Rosenberg (1986), o início da inovação não está na ciência, mas no projeto (*design*). As inovações avançam por meio de projetos e reprojeto, que se realizam com a contribuição de diversas fontes de *feedback*. A necessidade de reprojeto muitas vezes traz novos temas de pesquisa para a própria ciência, em função das dificuldades enfrentadas. Nesse sentido, a ideia de que “tecnologia é ciência aplicada” é limitada e restringe os processos de desenvolvimento das inovações. Os projetos se iniciam com o conhecimento que já existe e está incorporado nas pessoas das organizações. Recorre-se à pesquisa para buscar uma solução para determinado problema, com o objetivo de completar uma inovação. Por isso, Kline e Rosenberg (1986) afirmam que, na maior parte das vezes, a ideia de que a inovação se inicia com a pesquisa está errada. Quando surge dessa forma, a inovação tende a ser revolucionária, radical (como na genética e nos semicondutores) e, mesmo nesses casos, precisa passar pela etapa de projeto e atender às necessidades de mercado para ser considerada completa.

O modelo interativo de Kline e Rosenberg (1986)

Com base nas críticas apresentadas, os autores propuseram o modelo interativo⁶ (*chain-linked model*). Nesse modelo, o centro da inovação está na empresa e a interação ocorre entre seus departamentos, com outras empresas e também com a infraestrutura de ciência e tecnologia no seu ambiente. A iniciativa da inovação parte da empresa que identifica necessidades de mercado e apoia-se no conhecimento que já tem para desenvolver o projeto ou, caso necessário, busca um novo conhecimento por meio das diferentes estratégias possíveis (P&D, parcerias etc.). No modelo interativo, os autores identificam cinco caminhos principais para os processos inovativos:

I. Caminho central de inovação (*central-chain-of-innovation*). Inicia-se a partir do mercado potencial, conduzindo a um projeto que será detalhado na fase de desenvolvimento, produzido, distribuído e comercializado.

II. Caminho dos *feedbacks* recebidos no processo (o reverso do caminho central de inovação). Permite a interação dos usuários e das necessidades percebidas no mercado com as etapas de desenvolvimento e produção, indicando qual o potencial de aprimoramento do produto/serviço na próxima rodada de projeto. O *feedback* faz parte da cooperação entre especificação de produto, desenvolvimento de produto, processos de produção, comercialização e serviços de componentes em uma linha de produção.

III. Caminho de interação com o conhecimento e com a pesquisa. Trata-se da busca por soluções para os problemas, dado que as inovações precisam do conhecimento acumulado já existente para serem desenvolvidas, assim como a pesquisa por novo conhecimento é, em geral, necessária para responder a novas demandas. Por isso, no modelo interativo, o relacionamento com a pesquisa não ocorre apenas no início do projeto de inovação, como descreve o modelo linear, mas durante todo o processo.

IV. Caminho de possibilidade de inovação a partir da ciência. Apesar de serem mais raros, esses eventos tendem a produzir mudanças relevantes e mesmo a marcar o surgimento de novas indústrias por meio

⁶ Tradução utilizada por Graziendi (2010).

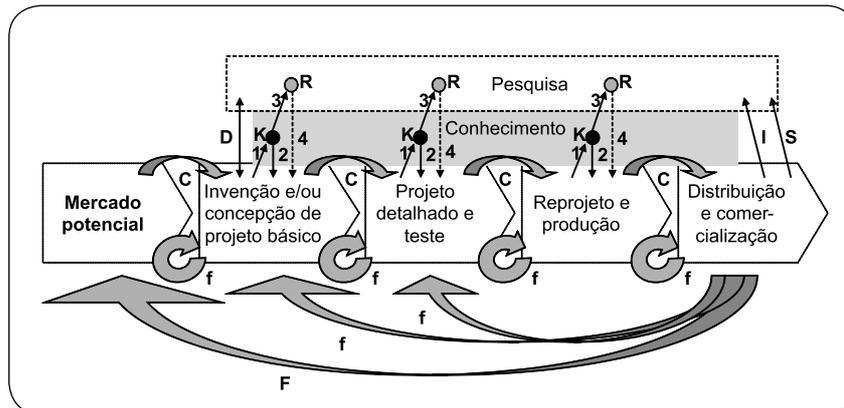
de inovações radicais, como foi o caso dos *lasers*, semicondutores, energia atômica e engenharia genética.

V. Caminho de *feedback* dos produtos inovadores para a ciência.

Ocorre quando a indústria contribui para o avanço da ciência. Muitas das descobertas científicas só foram possíveis com os avanços de instrumentos e aparelhos especializados, como microscópios e telescópios.

Na Figura 2, é possível relacionar os fluxos do processo de inovação aos caminhos possíveis do modelo interativo. É importante ressaltar que os caminhos não são excludentes. Na medida em que alguma dificuldade é encontrada no caminho I, por exemplo, na fase de projeto detalhado e teste, pode-se acionar o caminho II ou III em busca de soluções.

Figura 2 | Modelo interativo mostrando os caminhos do fluxo de informação e cooperação



Fonte: Adaptado de Kline e Rosenberg (1986, p. 290).

Legenda dos fluxos:

C: Caminho central de inovação (*relacionado ao caminho I*).

F e f: Caminho dos *feedbacks*, sendo F um *feedback* particularmente importante (*relacionado ao caminho II*).

Fluxo K-R: Interação com o conhecimento e com a pesquisa. Se um problema é resolvido no nó K, a ligação 3 não é ativada. O retorno da pesquisa (ligação 4) é problemático e, por isso, tem linha pontilhada (*relacionado ao caminho III*).

D: ligação direta de e para a pesquisa nos problemas de invenção e projeto (*relacionado aos caminhos III e IV*).

I: Suporte à pesquisa científica pelos instrumentos, máquinas, ferramentas e procedimentos de tecnologia (*relacionado ao caminho V*).

S: Suporte à pesquisa nas ciências relacionadas à área de um produto para obter informações diretamente e pelo monitoramento dos trabalhos externos. As informações obtidas podem ser aplicadas em qualquer ponto ao longo da cadeia (*relacionado ao caminho III*).

Kline e Rosenberg (1986) destacam também que o tipo de pesquisa é diferente em cada estágio do caminho central de inovação. Na fase de invenção ou de um projeto analítico,⁷ muitas vezes é utilizada a pesquisa básica, semelhante à acadêmica. Na fase de desenvolvimento, a pesquisa é mais voltada para a análise de como os componentes do sistema interagem e de suas propriedades quando o resultado ou função desejada é alcançado. A pesquisa de sistemas e de processos é ainda mais relevante no que tange ao sucesso comercial do projeto, pois permite redução de custos e melhoria de desempenho.

Por meio do modelo interativo, fica evidente a importância de conciliar as questões técnicas com o mercado para a inovação ser bem-sucedida. Segundo os autores, uma necessidade de mercado apenas será atendida se os problemas técnicos puderem ser resolvidos. Da mesma forma, uma melhoria técnica de desempenho só será utilizada se houver uso perceptível pelo mercado. Nesse sentido, a discussão *demand pull versus technology push* é artificial, pois ignora a interação que existe entre ambas as forças.⁸ Uma necessidade de mercado percebida pode entrar em um ciclo de inovação e gerar um novo projeto, e cada novo projeto bem-sucedido conduz a novas condições de mercado. Embora o modelo interativo tenha melhorias relevantes, os autores reforçam que, por ser um modelo de abstração, muitos detalhes da rica variedade inerente aos processos de inovação são omitidos.

⁷ A invenção (*invention*) é uma nova forma de alcançar alguma função não óbvia de antemão para uma pessoa especialista na prática anterior, provocando assim uma significativa mudança no tema. O projeto analítico (*analytic design*) é uma prática rotineira na área de engenharia, mas é pouco conhecida pelo público em geral. Consiste na análise de várias combinações dos componentes existentes ou de modificações de projetos no estado da arte para executar novas tarefas ou para executar antigas tarefas mais efetivamente ou a menor custo. Portanto, essa não é uma invenção no sentido usual. Contudo, os projetos analíticos são a forma mais comum de iniciar o caminho central da inovação [Kline e Rosenberg (1986)]. Com a sofisticação dos *softwares* de engenharia como CAD/CAM, muito mais pode ser feito e, segundo os autores, pode vir a se fundir no futuro com a invenção.

⁸ Na visão de *demand pull*, a inovação tecnológica estaria condicionada à percepção das necessidades do mercado, indicando um conhecimento a priori da direção do progresso técnico. Além disso, não seria possível explicar inovações radicais, pois essas rompem com o padrão de consumo, e o papel da ciência e das empresas na indução da inovação é ignorado. Na visão *technology push*, por sua vez, ressalta-se a importância da ciência na condução das atividades de P&D, de modo que ela seria a força que *empurra* as inovações. Nesse caso, os fatores econômicos não têm influência, e torna-se também difícil inserir a característica de incerteza do processo inovativo, pois este surge de forma automática e independente, de acordo com os avanços científicos [Dosi (1982) e Vence-Deza (1995)].

Inovação disruptiva: identificação de oportunidades de mercado

O modelo interativo de Kline e Rosenberg (1986) contribui para a compreensão da importância do mercado no próprio processo inovativo. O trabalho de Christensen *et al.* (2007), por sua vez, traz um olhar estratégico para o mercado a fim de identificar as oportunidades de inovação. A teoria da inovação disruptiva é utilizada como instrumento de análise que permite identificar melhores oportunidades para as empresas inovarem e enfrentarem a concorrência, a fim de sustentar a posição no mercado em que já atuam ou buscar entrar em um novo mercado. Segundo os autores, para identificar as oportunidades de inovação em um determinado mercado, a empresa deve olhar para três grupos de consumidores:

- **Não consumidores:** são as pessoas que não estão consumindo o produto porque não têm renda suficiente, não têm habilidade para usá-lo ou não têm acesso a ele. Oportunidade para *inovações disruptivas* de novo mercado.
- **Consumidores *overshot*:** são os consumidores saciados, mas que não estão totalmente satisfeitos, pois acham que os produtos estão além das suas necessidades. Oportunidade para *inovações disruptivas* de baixo mercado.
- **Consumidores *undershot*:** são consumidores não saciados, pois gostariam que os produtos fossem melhores, com mais recursos, e estão dispostos a pagar mais por isso. Oportunidade para *inovações sustentadoras*;

Para os consumidores *undershot*, as empresas realizam as *inovações sustentadoras*, de forma radical e incremental, sempre melhorando seus produtos nas dimensões historicamente valorizadas por seus clientes. Essa estratégia é usada pelas empresas líderes para manter sua posição de mercado. A evolução dos televisores e dos aparelhos de telefone móvel são exemplos disso.

As oportunidades de *inovação disruptiva* estão nos consumidores *overshot* e nos *não consumidores*. No primeiro caso, ela surge como “efeito colateral” das inovações sustentadoras. Os autores afirmam que as empresas inovam mais depressa que o ritmo de mudança de vida das pessoas, superando as expectativas dos clientes. As oportunidades para as chamadas *inovações disruptivas de baixo mercado* aparecem quando

os consumidores não atribuem mais valor à melhoria dos produtos – eles se tornam “muito complicados” e caros. O caminho para atender esses consumidores pode ser tornar os produtos mais amigáveis, mais adaptados às diferentes necessidades ou mais simples e baratos. Segundo os autores, em um mercado *overshot*, as empresas podem inovar tanto com produtos mais simples e baratos, para os quais os consumidores *overshot* migram, quanto com produtos e serviços especializados, voltados para camadas superiores do mercado que desejam aplicações e usos específicos. É exemplo dessa estratégia a grande variedade de modelos e marcas de *laptops*, *notebooks* e *netbooks* presente no mercado atualmente.

No caso dos não consumidores, aplicam-se as *inovações disruptivas de novo mercado*, que podem seguir duas tendências: (i) lançar um produto ou serviço relativamente simples e acessível, para atender às necessidades dos consumidores que tinham restrições ao uso do que estava disponível no mercado ou não encontravam nada que os atendesse; e (ii) facilitar o acesso dos consumidores ao que já existe, em vez de apresentar uma nova solução que possa requerer mudanças de comportamento ou cultura.

Os autores exemplificam a inovação disruptiva de novo mercado com as primeiras redes de telefone fixo nos Estados Unidos e, posteriormente, os telefones celulares. No Brasil, a expansão da telefonia móvel em relação à telefonia fixa é um exemplo muito ilustrativo, pois seu alcance foi muito maior, mesmo com um custo por ligação superior ao dos telefones fixos. Em todos esses casos, havia uma demanda reprimida pela comunicação que não era atendida pelas soluções disponíveis da época (antes dos telefones, só havia os telégrafos) ou não eram atendidas satisfatoriamente (limitações da telefonia fixa em relação à móvel). No segmento de bens duráveis, pode-se citar, como exemplo, a criativa solução brasileira do tanquinho, voltado para os consumidores que não tinham acesso às máquinas de lavar roupas. Os tanquinhos são visualmente semelhantes a um tanque, não requerem adaptação hidráulica para o uso, são muito simples de operar, pois substituem apenas a etapa de lavagem manual das roupas (não há centrifugação), e custam um quarto do preço de uma lavadora de roupas tradicional.

As inovações disruptivas apresentam proposição de novo valor, pois podem criar mercados ou reformular mercados já existentes. Assim, as oportunidades podem surgir enquanto as empresas líderes se concentram na melhoria dos seus produtos, não se interessam por novos mercados

que consideram pouco relacionados ao seu, não veem novas formas de atender seus consumidores ou consideram custoso adaptar-se a uma nova tendência. A IBM, por exemplo, demorou a perceber a oportunidade de mercado de computadores pessoais (PC) por estar concentrada em fazer *mainframes* melhores para seus clientes (e tendo sucesso com isso).

Em resumo, a abordagem de Christensen *et al.* (2007) mostra as possibilidades de inovação disruptiva no nível das empresas a partir do olhar para o mercado. Assim como proposto por Kline e Rosenberg (1986), constata-se que não é necessário obter uma nova descoberta científica para inovar, mas sim identificar no mercado uma oportunidade, tentar atendê-la com o que já se conhece e, se preciso, passar a dedicar esforços de pesquisa e desenvolvimento para encontrar uma solução adequada.

Trajetórias tecnológicas dos setores de baixa e média tecnologia

As propostas analíticas discutidas na seção anterior são aplicáveis a todos os setores e mostram que o processo de interação dentro e fora das empresas é fundamental. Empresas precisam conhecer seus clientes e fornecedores para melhorar produtos e processos. Apesar de dedicarem recursos com ênfases distintas, empresas em setores de alta, média e baixa tecnologia interagem e formam o tecido econômico no qual surgem muitas inovações.

Essa inter-relação setorial já foi abordada por diversos autores, entre os quais Pavitt (1984).⁹ O autor propõe uma taxonomia de padrões setoriais de mudança técnica, na qual os setores de baixa e média tecnologia são classificados como “dominados pelo fornecedor” ou “intensivos em escala”. No entanto, essa taxonomia tem limitações, pois a dinâmica tecnológica e as relações estabelecidas podem conduzir a mudanças significativas nas atividades produtivas e alterar sua classificação.

⁹ O autor propõe uma taxonomia de padrões de mudança técnica caracterizando as formas pelas quais os setores absorvem tecnologia, conduzem as atividades inovativas e difundem suas inovações. Nesse trabalho, o autor classificou os setores em quatro grupos: dominados pelo fornecedor (como agricultura, têxteis, couro e calçados, serviços financeiros, comerciais e profissionais); produção intensiva em escala (indústrias de alimentos, produtos do metal, indústria naval, automobilística, vidro e cimento); fornecedores especializados (indústrias de máquinas e de instrumentos); e baseados em ciência (indústrias química, elétrica e eletrônica). De acordo com essa taxonomia, os setores de baixa e média tecnologia tendem a estar classificados nos dois primeiros grupos, enquanto os de alta tecnologia tendem ao terceiro e ao quarto grupos.

Em trabalho posterior, Pavitt *et al.* (1989) abrem novas possibilidades de trajetórias setoriais. Os autores acrescentam uma nova trajetória tecnológica de indústrias intensivas em informação, reforçando que as TIC permitem mudanças técnicas no processamento de informação baseado em *softwares*, as quais têm o mesmo potencial revolucionário que o aço e a engenharia mecânica tiveram no século XIX para o processamento de materiais. Além disso, os autores excluíram a trajetória das indústrias dominadas pelo fornecedor, pois a mesma deixava as habilidades tecnológicas e as iniciativas estratégicas restritas aos fornecedores, o que não era observado em muitos casos.¹⁰ Outra proposição destacada nesse trabalho é que as empresas podem seguir mais de uma trajetória tecnológica. É o caso de uma grande empresa de computadores que pode seguir, ao mesmo tempo, as trajetórias baseadas em ciência, intensiva em escala e intensiva em informação. Com isso, os setores não são limitados a uma trajetória tecnológica específica e comportam a diversidade.

Muitas oportunidades de inovar exploradas pelas empresas dos setores tradicionais ocorrem por meio da diversificação [Von Tunzelmann e Acha (2005)]. Essas indústrias podem ressurgir produzindo para novos mercados ou novas variações do mesmo produto (diferenciação de produto). As indústrias de baixa tecnologia tendem a ter demandas inelásticas. Assim, para romper com as demandas saciadas à medida que a renda aumenta, elas precisam lançar produtos melhores para atender aos diferentes níveis de renda (produzir diferentes níveis de qualidade de produtos), podendo, para isso, fazer uso das tecnologias de propósito genérico.

Conforme reforçam Von Tunzelmann e Acha (2005), entre as próprias operações realizadas pelas empresas, as voltadas para o desenvolvimento tecnológico recebem menos atenção do que as de produção e comercialização. As características de mercado levam as empresas a formar diferentes interpretações sobre o papel da tecnologia para o sucesso comercial. Nas empresas *high-tech*, o que o consumidor espera são sempre produtos tecnologicamente sofisticados, e a capacidade de agregar valor dessas empresas está fortemente ancorada nas inovações tecnológicas continuadas. Nas empresas *low-tech*, muitas inovações podem surgir para atender a demandas não tecnológicas, pois sua capacidade de agregar valor está mais ancorada em outras áreas, como distribuição e comercialização. Nas

¹⁰ O caso da Benetton, apresentado na próxima seção, é um dos exemplos, citados pelos autores, de construção de uma trajetória tecnológica com geração autônoma de inovações.

indústrias voltadas para bens de consumo, por exemplo, muitas vezes são as marcas que desempenham papel fundamental na apropriação do valor dessas inovações, e não as patentes.

O caso da Ikea¹¹ sintetiza muitos desses aspectos da inovação nos setores *low-tech*. A empresa trouxe um novo conceito¹² para o mercado de móveis, mudando a forma de adicionar valor com base em um conjunto de inovações. Primeiro, projetar móveis que podem ser embalados facilmente e em pouco volume, de forma padronizada e que permita fornecimento de peças e distribuição de produtos em âmbito global. Segundo, esses móveis podem ser modernos, com estilo, de alta qualidade e baratos (o que é possível a partir da inovação anterior, com a produção em larga escala). Terceiro, o consumidor pode fazer parte do processo de adição de valor, assumindo a responsabilidade pelo transporte e pela montagem do móvel. Quarto, a loja de móveis passa a ser um programa para a família toda, pois tem um conjunto de serviços associados, como cafés, restaurantes e espaços de recreação para as crianças. Aliado a tudo isso está o uso de sofisticadas tecnologias de produção, como robótica, e de gestão da cadeia de suprimentos,¹³ integradas por meio das TIC.

Assim, a Ikea criou um novo sistema de agregação de valor, no qual os consumidores são fornecedores (de tempo, de trabalho, de informação e de transporte), fornecedores são consumidores (que recebem da Ikea equipamentos alugados, assistência técnica e consultoria para produção em conformidade com os padrões de qualidade), enquanto a Ikea, por sua vez, posiciona-se além da fabricação de móveis e do varejo tradicional, oferecendo serviços, produtos, *design*, gerenciamento, suporte e até mesmo entretenimento [Normann e Ramírez (1993) e Trento (2008)].

O papel de difusores de tecnologia

Conforme propõem Von Tunzelmann e Acha (2005), certas novas tecnologias podem se espalhar a partir de suas indústrias de origem para serem utilizadas por indústrias mais velhas. O impacto das TIC identificado

¹¹ A Ikea é uma empresa de origem sueca que atua no segmento de móveis. Em 2010, ela controlava 280 lojas em 26 países e registrou vendas totais de € 23,1 bilhões [Ikea (2010)].

¹² A empresa soube explorar muito bem um mercado com não consumidores (os que não tinham acesso a móveis com *design fashion*) e com consumidores *overshot* (que desejavam móveis modernos, mas acessíveis, para renovar a casa com mais frequência).

¹³ O conceito abrange a visão integrada do processo logístico, dos fornecedores aos clientes finais [Guidolin e Monteiro Filha (2010)].

por Pavitt *et al.* (1989) seria um desses casos. Essas tecnologias-chave têm a propriedade de penetrar em uma indústria após a outra e, assim, permear os mais diversos setores. Revoluções industriais, em geral, são compostas de diversas *tecnologias de propósito genérico*, tais como: máquinas, energia a vapor e ferro na Primeira Revolução Industrial; química, combustão interna, eletricidade e aço, na Segunda Revolução Industrial; e TIC, biotecnologia e materiais inteligentes, nessa que é entendida como a Terceira Revolução Industrial. Na visão de Von Tunzelmann e Acha (2005), as tecnologias de propósito genérico da Terceira Revolução Industrial criam novas oportunidades para as indústrias tradicionais aumentarem seu desempenho econômico e inovador por meio de sua adoção e sua aplicação efetiva.

As tecnologias de propósito genérico surgem, geralmente, na cadeia a montante, nos equipamentos e bens de capital, na força motriz e nos materiais básicos, a partir dos quais elas *escorrem* para as indústrias usuárias. As indústrias tradicionais usam, geralmente, poucos mecanismos de aprendizado formal de C&T no nível da firma, o que resulta em baixos indicadores de P&D. Em vez disso, as atividades de aprendizado relacionadas à inovação operam de maneira prática e pragmática por seu uso cotidiano. Elas procuram essas novas tecnologias em fontes externas, em geral, desenvolvidas por outras empresas especializadas nos campos tecnológicos de interesse. No entanto, as empresas de baixa tecnologia precisam ter capacidades de absorção (*absorptive capacities*)¹⁴ para fazer o uso produtivo desses desenvolvimentos [Von Tunzelmann e Acha (2005)].

Nesse sentido, a relação com os setores *high-tech* não é passiva. As empresas de baixa tecnologia atuam como indústrias codesenvolvedoras (*carrier industries*), produzindo novas aplicações para uma tecnologia de propósito genérico e expandindo a demanda dessa tecnologia. Assim, as indústrias de baixa tecnologia passam a impulsionar o desenvolvimento das indústrias *high-tech*. Segundo Von Tunzelmann e Acha (2005), um exemplo dessa relação foi apresentado por Rosenberg (1963) com a indústria de máquinas-ferramenta. Apesar de o número de diferentes ferramentas ser limitado, seus princípios¹⁵ poderiam

¹⁴ Capacidade de absorção refere-se ao conhecimento anterior que confere a habilidade de reconhecer o valor de uma nova informação, assimilá-la e aplicá-la para fins comerciais [Cohen e Levinthal (1990)].

¹⁵ De forma simples, a ideia de uma máquina-ferramenta é o uso de uma máquina que tem força propulsora, na qual é possível utilizar diferentes ferramentas (ex.: torno mecânico).

facilmente ser adaptados para a aplicação em indústrias diferentes das quais eles foram aplicados inicialmente. Assim, outras indústrias passaram a desenvolver, produzir e usar ferramentas próprias.

Outra forma de entender a relação entre os setores de alta e baixa tecnologia é como *geradores* e *difusores*. As tecnologias de propósito genérico emergem e são desenvolvidas pelos setores de alta tecnologia. Esses setores são, portanto, os *geradores de novas tecnologias*. Contudo, conforme já exposto e ressaltado por autores como Hirsch-Kreinsen *et al.* (2003), tais setores têm pouca representatividade no valor adicionado das economias, de forma que o impacto de seu crescimento não é expressivo. O grande salto para as economias ocorre quando essas tecnologias se difundem, aumentando a produtividade e a agregação em diversos outros setores da economia. Esse processo de difusão depende, no entanto, dos setores de baixa tecnologia – que são os *difusores das tecnologias de propósito genérico*. Os setores de baixa tecnologia identificam novos usos e aplicações, agregando valor a seus produtos e melhorando seus processos. Cumprem, assim, o papel das indústrias codesenvolvedoras, criando a demanda necessária para impulsionar e sustentar o crescimento das indústrias de alta tecnologia. Essas indústrias, portanto, não podem ser negligenciadas das políticas, pois é necessário fortalecê-las, principalmente quanto às suas capacitações para inovar,¹⁶ para que elas possam exercer seu papel difusor.

As tecnologias de propósito genérico produzidas pela Terceira Revolução Industrial já fazem parte de algumas indústrias de baixa tecnologia. As TIC, por exemplo, permitiram mudanças significativas na qualidade de gestão, nos sistemas logísticos e nas possibilidades de interação entre consumidores e fornecedores. Assim, muitas empresas de bens de consumo passaram a atuar de forma integrada com clientes e fornecedores, ampliando a qualidade e a oferta de serviços. Como exemplos, podem-se destacar empresas do setor têxtil, como Benetton e Zara, que utilizaram

¹⁶ Chama-se de capacitações para inovar o conjunto de capacitações necessárias para conduzir e sustentar os projetos de inovação em consonância com o modelo interativo de Kline e Rosenberg (1986) e com a teoria da inovação disruptiva de Christensen *et al.* (2007). Essas capacitações podem abrangidas pelo conceito de capacitações dinâmicas (*dynamic capabilities*) de Teece *et al.* (1997), que são as habilidades das empresas de integrar, construir e reconfigurar competências internas e externas para se adequar rapidamente a ambientes em mudança. Elas refletem as habilidades de uma organização de alcançar vantagens competitivas novas e inovadoras, considerando as condições estabelecidas de trajetória e posição de mercado.

as TIC para reestruturar os processos de produção e dar nova dinâmica à indústria do vestuário, conforme será apresentado na próxima seção.

O caso do setor têxtil

Outrora líder da primeira revolução industrial e referência da indústria moderna, o setor têxtil é, por vezes, considerado hoje a referência das indústrias de baixa tecnologia. Contudo, ao longo dos séculos, o setor foi capaz de se atualizar e de se transformar por meio dos avanços tecnológicos que emergiram em outras áreas, como na química, estimulando o desenvolvimento da indústria de corantes e pigmentos; na petroquímica, com as novas fibras e filamentos sintéticos e artificiais; na eletrônica, com sistemas computadorizados de produção; na genética, com o algodão colorido, dentro do conceito de sustentabilidade, entre outras. Um setor tradicional em termos históricos, mas não em tecnologia.

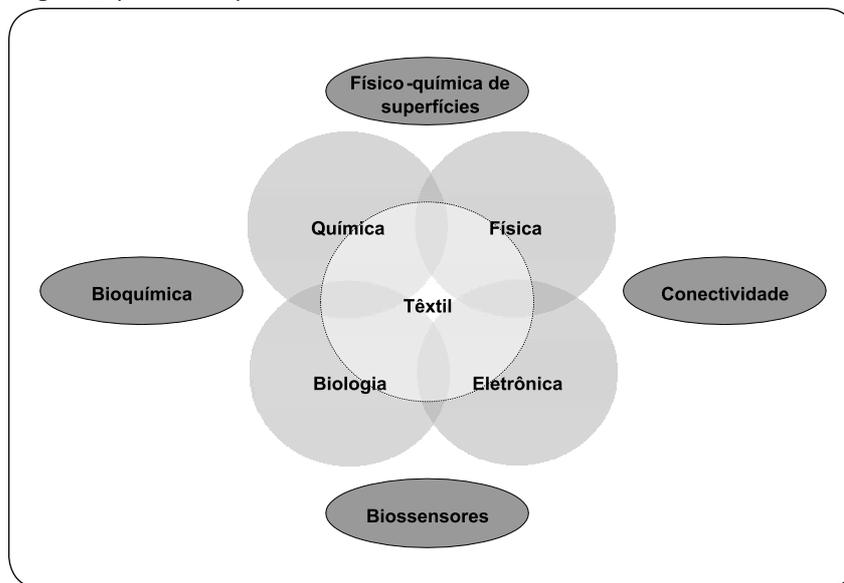
As tecnologias que emergiram na Terceira Revolução Industrial, quando internalizadas, podem ter grande impacto na competitividade dos setores de baixa e média tecnologia, conforme já abordado anteriormente. No caso do setor têxtil, muitos resultados já vêm sendo alcançados nos países desenvolvidos.¹⁷ Há novos produtos que utilizam nanotecnologia, novos insumos e processos químicos, assim como novas formas de gestão da cadeia por meio das TIC, o que implicou uma mudança significativa dos processos de produção e distribuição. Esta seção busca trazer uma revisão sobre essas tendências para a inovação no setor têxtil.

Convergência: surgem novas trajetórias tecnológicas no setor têxtil

A convergência, que vem ocorrendo nesse início de século em decorrência da interseção de conhecimentos de áreas diversas, está afetando os padrões técnicos, tecnológicos e organizacionais de setores usualmente denominados de baixa tecnologia. A base de conhecimento do setor têxtil abrange diversas áreas, revelando um caráter interdisciplinar e propício ao surgimento de novas disciplinas, as quais têm modificado as técnicas e tecnologias desse setor (ver Figura 3). A aplicação desses conhecimentos

¹⁷ Há países em desenvolvimento (especialmente na Ásia) que já avançaram significativamente nessas novas tecnologias, com capacidade para exportar “pacotes tecnológicos”. No Brasil, os esforços ainda são restritos a poucas empresas.

Figura 3 | Interdisciplinaridade do setor têxtil: novas tendências



Fonte: Bittencourt (2010).

engendrou mudanças que estão produzindo inovações de produtos e processos, inclusive de forma radical. As mudanças expostas a seguir já ocorreram e outras virão, provavelmente seguindo a mesma trajetória tecnológica.

As tecnologias emergentes estão levando ao surgimento de novos produtos têxteis e agregando novas propriedades aos produtos existentes, tanto na cadeia têxtil de fibras naturais quanto na cadeia de fibras químicas, uma vez que o impacto dessas tecnologias de propósito genérico deve abranger, no longo prazo, a cadeia produtiva têxtil como um todo, por sua interdisciplinaridade. Estão sendo desenvolvidos novos materiais, muito específicos do setor. Cabe ressaltar, contudo, que as novas tecnologias ainda não estão embutidas em bens de capital.

Podem ser citadas alterações na cadeia têxtil de fibras químicas desde o surgimento de novos polímeros, de novas fibras, de novos tecidos e de novos acabamentos, com alta capacidade de agregação de valor à cadeia produtiva, tais como os apresentados abaixo, cujo levantamento foi realizado por especialistas.

a. Novas fibras, materiais e processos

- Fibras de alto desempenho – fibras de carbono, aramidas, polietileno de ultra alto peso molecular (UHMWPE); processos diferenciados de síntese (ex: síntese em fase fundida, síntese em fase sólida); inclusão de novos monômeros funcionais; blenda de materiais na fase de processamento; mistura e aditivação com cargas orgânicas ou inorgânicas (compósitos); cargas nano; modificação da estrutura da fibra por meio de tratamentos químicos; modificação da estrutura da fibra por meio de tratamentos de superfície [Bittencourt (2010)];
- Fibras multicomponentes (bicomponente, tricomponente); fibras ocas; biomateriais (PLA, EcoPaxx, Palapreg); fibras naturais (linho, cânhamo, lã e sisal, entre outras); aditivação (nano) de PET e PP (seletiva, bicomponente e tricomponente); PET reciclável; PCMs; *shape memory alloys* (memória de forma, por ex.: Nitinol); fibras condutoras; materiais termo e fotocromáticos; *energy harvesting* – materiais piezoelétricos; fibras condutoras/elásticas (revestidas a PU); PA de alta resistência/tenacidade [Costa e Ribeiro (2010)].

b. Funcionalidades novas e não tão novas

Antiestático; conforto; controle de odor; microbicida; proteção contra raios UV; *easy care*, autolimpante; hidrofiliidade, hidrofobicidade; princípios ativos encapsulados; biocerâmicas – ressonância no infravermelho longo (ex.: fio Emaná, da Rhodia); condutividade (elétrica, óptica) [Bittencourt (2010)].

c. Nanotecnologia

A nanotecnologia, em especial, abre um amplo conjunto de novas oportunidades para o setor têxtil. Em escala nanométrica, muitas propriedades fundamentais da química, da física e da mecânica dos materiais mudam radicalmente. Nesse sentido, a nanotecnologia tem um caráter multidisciplinar, pois interage com diversos campos, como física, química, engenharia e biologia. Um exemplo interessante aplicável aos tecidos é o chamado efeito flor de lótus, no qual a presença de nanoestruturas, tal como ocorre em muitas folhas e plantas, faz com que a superfície seja super-hidrofóbica (repelência à água) [ABDI (2010)]. Além desse, existem muitos outros efeitos já disponíveis no mercado têxtil utilizando nanotecnologia [Bittencourt (2010)]:

- tecidos que absorvem odores do corpo;
- tecidos que liberam fragrâncias, controladamente;
- tecidos que mudam de cor com a luz;
- tecidos que mudam de cor com a temperatura;
- resistência a manchas, a dobras, a líquidos;
- tecidos que bloqueiam raios UV;
- tecidos que ajudam a controlar a temperatura do corpo; e
- tecidos com propriedades microbicidas.

Observam-se também mudanças na cadeia produtiva têxtil natural, no desenvolvimento de novos produtos, como o algodão naturalmente colorido (em poucos tons que variam de beges, marrons e verde-claro, em geral), assim como aplicações de novos acabamentos (químicos).

Com os avanços dessas novas tecnologias, as diferenças entre as propriedades das fibras químicas e das fibras naturais se reduzem significativamente, pois é possível, por exemplo, ter produtos de fibras químicas com o conforto das fibras naturais, bem como produtos de fibras naturais com resistência de fibras químicas. Nesse sentido, o entrelaçamento dos segmentos de fibras químicas e de fibras naturais é fundamental. A débil estruturação da cadeia brasileira de fibras químicas impacta diversos setores e limita as possibilidades de melhorias técnicas com base nas fibras naturais (como novos tratamentos e fios e tecidos compostos), além de contribuir para o déficit extremamente significativo do complexo químico.

O potencial inovador dos tecidos técnicos

Conforme definição da Cenestap (2004), tecidos técnicos são produtos usados por seu desempenho e/ou por suas características funcionais, de aplicação industrial ou não direcionada ao consumidor, podendo abranger produtos finais ou intermediários. Sua classificação depende do uso final do produto e não do tipo de fio ou fibra utilizado.

Os tecidos técnicos constituem um importante segmento do setor têxtil, com possibilidades significativas de crescimento, dadas as suas inúmeras

possibilidades de uso e de desenvolvimento tecnológico. Vale lembrar que, assim como nos têxteis não técnicos, existem nesse segmento tanto produtos considerados *commodities* quanto produtos de alta tecnologia e inovadores.

De acordo com Costa e Ribeiro (2010), o crescimento do mercado de tecidos técnicos é estimado em 3,6% a.a., e o consumo mundial em quase 25 milhões de toneladas. O Quadro 1 mostra algumas das diversas áreas de aplicação dos tecidos técnicos destacadas pelos autores, as quais permeiam vários setores da economia. O Gráfico 1 mostra a evolução estimada do consumo mundial.

Quadro 1 | Mercado de tecidos técnicos no mundo

	<i>Drivers das tendências de mercado</i>	<i>Exemplos de aplicações</i>
Mobiltech Construção de veículos de transporte Participação no mercado de têxteis técnicos: 23% Crescimento anual (2005-2010): 1,7%	O crescimento na procura é influenciado pelo desenvolvimento econômico. As potências Bric estão impulsionando o consumo. Vários desafios e oportunidades podem ser encontradas na diretiva europeia sobre <i>End of vehicle life</i> , que estabelece, para 2015, o indicador 95% como sendo o peso de um veículo que nessa altura já deve ser reciclado. <ul style="list-style-type: none"> • no VW Golf 1 (1974-1983): 78% de seu peso era devido a metal e 2,3%, a fibras/têxteis; e • no VW Golf IV (1977-2003): 58% de seu peso era devido a metal e 7,3%, a fibras/têxteis. 	- Estética, conservação, conforto e sustentabilidade conferida pelos materiais têxteis e compósitos - Materiais de desgaste mais eficientes e materiais de insonorização/amortecimento - Incorporação de fibras condutoras para comunicação com dispositivos eletrônicos - Dispositivos/sistemas de iluminação de interiores. Obs.: No que refere aos requisitos da parte estofada dos veículos, tem aumentado a demanda quanto à qualidade (resistência à abrasão e ao velcro); <i>scratch + snagging</i> ; <i>surface resistance</i> ; <i>scream and rattle resistance</i> ; solidez à luz (a cor não deve desbotar); facilidade de limpeza; resistência a cosméticos; resistência química; hidrólise; <i>water spotting resistance</i> ; <i>environmental requirements</i> ; <i>manufacturing process</i> e <i>customer usage</i> .

Continua

Continuação

	Drivers das tendências de mercado	Exemplos de aplicações
<p>Sportech Esporte e lazer</p> <p>Participação no mercado de têxteis técnicos: 15%</p> <p>Crescimento anual (2005-2010): 3,5%</p>	<p>Conjugação de fatores demográficos e sociológicos, como o aumento das atividades de lazer, dos padrões de vida social, da esperança de vida para a população sênior que demonstra cada vez mais interesse em atividades de desporto e lazer, mas também a maior participação das mulheres em atividades de desporto. Há mais oportunidades no <i>jogging</i>, na aeróbica, em caminhadas e no <i>cycling</i> e novas possibilidades com a emergente acessibilidade a desportos de elite, como golfe, <i>sky</i> e vela</p> <p>O segmento dos equipamentos, na Europa, é estimado em €14,2 bilhões, com elevado potencial de crescimento (pisos, relvas, redes etc), notadamente <i>bike</i>, golfe e <i>running</i>. Destaca-se também o vestuário multifuncional para o segmento sênior (34% dos homens entre 55 e 79 anos de idade praticam atividade física com regularidade; senhoras, 33%)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Têxteis biofuncionais - Regulação da temperatura corporal - Propriedades antiestáticas e <i>antistress</i> - Proteção e resistência à radiação UV - Elasticidade e <i>fitting</i> extremo - Materiais de equipamento (redes, velas, pisos, proteções, amortecimento etc.)
<p>Buildtech Arquitetura e construção</p> <p>Participação no mercado de têxteis técnicos: 7%</p> <p>Crescimento anual (2005-2010): 5%</p>	<p>O rápido crescimento da população e a redução do tamanho médio das famílias nos mercados ocidentais influenciam a expansão na (re)construção</p> <p>Mais hospitais e mais lares, com o envelhecimento das populações e aumento da esperança de vida</p> <p>Esse fato apresenta-se como uma oportunidade para os materiais têxteis com propriedades semelhantes e, em alguns casos, superiores às dos materiais de construção tradicionais</p>	<p>Estética, funcionalidade, durabilidade e sustentabilidade dos materiais têxteis</p> <p>Obs.: Aplicações que exigem baixo peso, robustez, resiliência, resistência a fatores como a deformação, à degradação ácida e alcalina, poluição do ar, chuva, radiação UV, ou até a resistência a outros materiais</p>

Continua

Continuação

	Drivers das tendências de mercado	Exemplos de aplicações
Medtech Cuidados de saúde e higiene Participação no mercado de têxteis técnicos: 6% Crescimento anual (2005-2010): 4,3%	Problemas da sociedade contemporânea apresentam-se como um manancial de oportunidades para mercados emergentes (população sênior) e com tendência a aumentar nos próximos 40 anos	- Têxteis e vestuário para proteção e cuidados medicinais - Dispositivos externos, como próteses e pensos - Implantes cirúrgicos e material de sutura - Dispositivos de equipamentos, como os filtros de sangue - Têxteis de higiene para absorção de produtos corporais
Protech Proteção pessoal Participação no mercado de têxteis técnicos: 5% Crescimento anual (2005-2010): 3,1%	É considerado um <i>lead market</i> pela União Europeia Constitui uma oportunidade de crescimento do mercado do vestuário para equipamentos de proteção individual (EPI): <ul style="list-style-type: none"> • pressão pública para a proteção dos trabalhadores na agricultura e na indústria; exposição a riscos dos trabalhadores nos seus empregos; e • requisitos das forças armadas e de segurança, como reposta ao crime violento e ao terrorismo 	Vestuário funcional (respirável, impermeável, termorregulador), para diferentes tipos de proteção, como a agentes químicos, biológicos e outros; proteção a fogo, balística e corte; alta visibilidade e flutuação

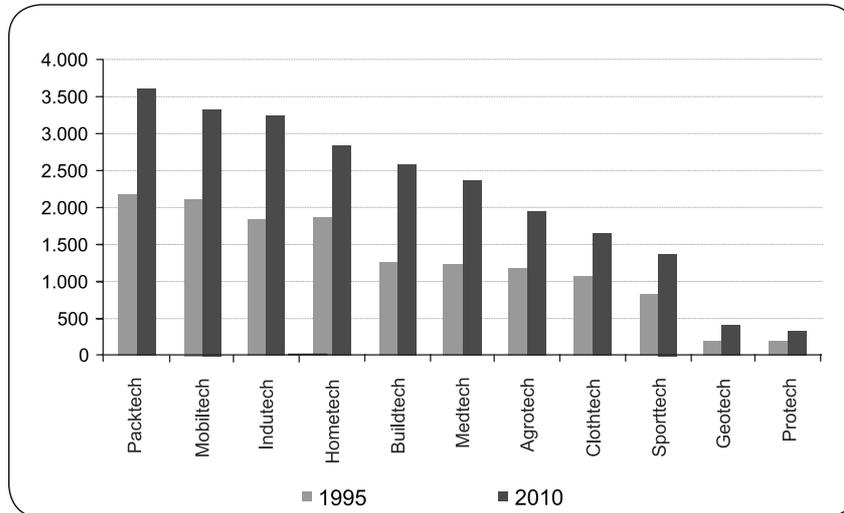
Fontes: Costa (2010) e Bittencourt (2010), com base em dados da consultoria *David Right Associates (DRA)*.

Obs.: Cabe destacar outras áreas de aplicação dos tecidos técnicos:

- Clothtech: componentes funcionais para calçado e vestuário;
- Geotech: geotêxteis e engenharia civil;
- Hometech: componentes de mobiliário e coberturas de chão;
- Indutech: filtração e outros produtos para a indústria;
- Oekotec: proteção do meio ambiente;
- Packtech: embalagem e armazenagem.

Assim, dado seu potencial, os tecidos técnicos constituem um dos segmentos de maior ênfase da política europeia para o setor têxtil. Para enfrentar o acirramento da concorrência no mercado internacional, os europeus estão adotando políticas industriais ativas, voltadas para os segmentos de maior valor agregado da indústria têxtil. Sua estratégia é

Gráfico 1 | Consumo mundial de tecidos técnicos por área de aplicação – estimativas (em mil toneladas)



Fonte: Costa (2010).

controlar da produção à distribuição, para garantir a maior percepção do valor pelos clientes, e explorar o valor atribuído à ideia de “tecnologia europeia”. Os tecidos técnicos, em particular aqueles com características inovadoras, são uma das áreas de atuação de um dos principais centros de pesquisa na área têxtil da Europa: o Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e do Vestuário de Portugal (Citeve) [Costa (2010)].

No Brasil, a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) tem como uma das linhas prioritárias o desenvolvimento de uniformes e roupas profissionais, em especial os de alto desempenho, com o objetivo de impulsionar o desenvolvimento tecnológico do setor, incluindo a produção de tecidos técnicos. É importante frisar que esses desenvolvimentos produzem transbordamentos para os demais tecidos e possibilitam inovações em todo o setor.

Conectividade: oportunidades de inovação no setor de vestuário

A mais importante modificação na estrutura da cadeia têxtil como um todo decorre do surgimento da conectividade, que está fazendo uma mudança profunda na interação entre a produção e a comercialização, com

a utilização do Radio Frequency Identity (RFID) no rastreamento de mercadorias, do *design* colaborativo, da interação consumidor-processo criativo, do *fitting*, da personalização e da gestão do ponto de venda. Por meio dessas tecnologias, as empresas também podem adotar estratégias de competição com produção “diversificada” e “em massa”, ao mesmo tempo, atendendo aos variados desejos de seus consumidores a custos competitivos.

A esfera da comercialização é a mais relevante na cadeia de valor das empresas na indústria do vestuário. Nesse sentido, a possibilidade de manter contato direto com os consumidores, para monitorar a evolução das vendas produto a produto, bem como a capacidade de atender aos pedidos em tempos menores, constitui o principal fator de competitividade. Os casos da Benetton e da Zara são referências no setor e mostram como o uso estratégico das TIC pode produzir inovações de produto, processo e organizacionais, mudando o padrão de concorrência de mercado.

Benetton

Segundo Belussi (1989), a novidade apresentada no modelo Benetton é que os sistemas de informação permitem a interligação de uma rede de atacadistas e varejistas com uma grande constelação de produtores. Fundada em 1957 como uma empresa familiar de roupas de malha artesanais, a Benetton teve crescimento acelerado a partir dos anos 1970. A empresa adotou um modelo de negócio diferenciado que envolvia:

- **Um sistema eficiente de subcontratação da produção para reduzir custos.** Para os contratados, as vantagens eram demanda e margem garantidas, sendo que um acordo com os sindicatos mantinha os salários equiparados entre funcionários e subcontratados. A redução de custos, dessa forma, estava na maior produtividade das firmas menores, graças ao controle mais rigoroso da produção. O sistema de produção flexível da Benetton não era pautado pela simples escolha entre realizar as atividades internamente ou pela contratação de terceiros, mas realizá-las de forma centralizada ou descentralizada. A empresa criou uma estrutura de governança que controlava todas as etapas da produção, incluindo as de terceiros, e minimizava os riscos, pois nenhum dos subcontratados era responsável pela produção integral de um item.

- **Preocupação contínua com o processo de produção.** Houve introdução de diversas inovações de processo, que permitiram melhoria da qualidade e da produtividade, com estoques menores. Um exemplo é a transformação em processo industrial de um método tradicional escocês de tingimento da lã na fase final de produção.
- **Inovação no sistema de distribuição.** A Benetton foi a primeira empresa têxtil a introduzir o sistema de *franchising*. A empresa requeria exclusividade e fornecia um pacote de estilo e organização da loja bem como a estratégia de *marketing*. A figura do agente de vendas tinha papel fundamental para o sistema de informação da Benetton: eles apresentavam as coleções, tiravam os pedidos, controlavam o sistema e os gastos de propaganda.

O avanço das TIC veio ao encontro da estratégia da Benetton, que incorporou e adaptou o uso das tecnologias a favor do seu modelo de negócio. As TIC permitiram a criação de uma rede de informação conectando a produção e as atividades comerciais. Por meio do sistema informatizado, as lojas são as antenas do sistema de informação da Benetton, detalhando as tendências e as vendas à matriz. Com essa integração, quase toda a produção da empresa é feita sob encomenda das lojas. Assim, a empresa não produz para estoque, mas para venda, o que muda radicalmente a estrutura de custos (reduz picos de estação, tamanho e tempo de rotação de estoque) e a habilidade da firma para seguir as tendências de mercado. Outras tecnologias apropriadas pela empresa foram o uso do Computer Aided Design (CAD) e de sistemas de automatização de armazém.

Assim, a Benetton mudou a estrutura de mercado do setor e gerou outros seguidores. Segundo Belussi (1989, p.124),

o desenvolvimento da Benetton envolve um complexo processo no qual um papel significativo é desempenhado por: conhecimento tácito sobre o processo de produção; capacidade de ligar as inovações em uma visão sistemática, unindo produção e distribuição (ou seja, uma estratégia empresarial inovativa integrada); e vantagem cumulativa decorrente da liderança inovadora.

Zara

Contemporânea da Benetton, a Zara (principal rede do grupo espanhol Inditex) tem se tornado um dos casos de sucesso mais citados do segmento

de vestuário. Com um novo conceito de produção e distribuição para o mercado – moda “pronta-para-vestir” a preços acessíveis –, a empresa tornou-se referência do modelo *fast-fashion*. Com base no trabalho de Ghemawat e Nueno (2006), é possível analisar os diversos elementos que compõem a estratégia de sucesso da Zara.

Estratégia de lançamento de produtos. A Zara consegue lançar 11 mil itens em um ano, enquanto os concorrentes principais produzem de dois a quatro mil. Sempre que possível, apenas poucas unidades de um desenho são produzidas e lançadas em algumas lojas-chave e só entram em produção se o resultado com o consumidor for positivo. Com isso, as falhas de lançamento são cerca de 1% do total, em relação aos 10% do varejo tradicional. A equipe de *design* da empresa trabalha em variações da coleção atual e na seleção de material da próxima estação, fazendo a ponte entre a comercialização e a produção. Seu foco é capturar tendências das passarelas e adequar para o mercado de massa. Para isso, seguem todas as informações e eventos do mundo da moda e acompanham as preferências dos consumidores da Zara, das ruas e dos próprios funcionários da empresa. Com isso, elaboram os desenhos e fazem os pedidos para fornecedores dentro e fora da Europa, sendo que os produtos mais sensíveis à moda e ao tempo de entrega são produzidos pela própria Zara. Assim, a equipe de *design* faz a ponte entre a produção e a comercialização, assumindo diversas funções que normalmente são separadas.

Estratégia de produção. O foco da empresa é ser muito rápida em seguir a moda, mesmo que isso implique menor eficiência nos custos de produção. A produção é feita em pequenos lotes e distribuída diretamente para o centro de distribuição central e depois para as lojas, duas vezes por semana. A empresa consegue criar um desenho e ter os produtos nas lojas dentro de quatro a cinco semanas, no caso de desenhos inteiramente novos, e em duas semanas, para modificações (ou reabastecimento) de produtos existentes. O ciclo menor reduz o capital de giro e faz com que a empresa comprometa a maior parte da sua linha de produtos para uma estação muito depois de seus competidores. A Zara realiza 35% dos desenhos e da compra de matérias-primas, 40%-50% das compras de produtos acabados e 85% da produção interna apenas depois que a coleção começou, comparado a 0%-20% no caso dos concorrentes tradicionais. A empresa tem escritórios de compra no exterior e 20 fábricas na Europa (responsáveis por 40%

dos produtos acabados). O processo de integração vertical começou nos anos 1980. Nos anos 1990, iniciaram-se os investimentos em logística, tecnologias de informação e no sistema *just in time*, em cooperação com a Toyota – um dos primeiros experimentos desse tipo na Europa. Para reduzir custos de estoque, a empresa utiliza um método semelhante ao da Benetton, comprando os tecidos sem tingimento. As fábricas são altamente automatizadas, especializadas por tipo de peça de roupa e focadas na parte da produção intensiva em capital – desenhos padronizados e corte, finalização e inspeção. A costura é subcontratada de oficinas, geralmente especializadas e com contrato de longo prazo, que contam com suporte da Zara em diversos aspectos, como tecnologia e apoio financeiro.

Estratégia de comercialização e logística. A política de comercialização da empresa enfatiza linhas de produto amplas, com mudança rápida, conteúdo de moda relativamente elevado e qualidade razoável. Os gerentes tomam conta da loja como um negócio próprio, decidem quais mercadorias pedir e descartar, transmitem informações sobre os consumidores e sua própria percepção de mercado – em especial, fornecem “um senso de demanda latente por novos produtos” para o time de criação, o que não seria facilmente capturado pelos sistemas de registro automático. Os pedidos são feitos por *hand-helds* duas vezes por semana. O centro de distribuição é apenas para redirecionar as peças – a maioria delas permanece apenas algumas horas e nenhuma delas fica lá por mais de três dias. Os produtos são enviados duas vezes por semana, por caminhão ou avião, e demoram de 24 horas a 36 horas para chegar às lojas da Europa, e até 48 horas às lojas fora da Europa. O principal poder de atração da loja Zara está nas novidades: três quartos dos itens de uma loja mudam a cada três ou quatro semanas, que é o tempo que um consumidor médio demora a voltar à loja (os clientes da Zara vão à loja 17 vezes por ano, ao passo que, em outros concorrentes, essa frequência é de quatro vezes). O objetivo é criar um clima de escassez e oportunidade – se o consumidor quer algo, tem de comprar naquela hora, pois depois esse item não vai estar mais ali. Mesmo com todo o cuidado dos lançamentos, há desenhos que não dão certo. O seu custo relativo é baixo, pois a expectativa é de substituí-los em duas a três semanas. Ao primeiro sinal, itens que não vendem são eliminados da loja pelos gerentes, retornam ao centro de distribuição e são liquidados em outra rede de lojas específica, o

que evita as remarcações na rede Zara. Os preços são determinados de forma centralizada para serem mais baixos que concorrentes semelhantes, pois os lucros decorrem da eficiência da estrutura de gestão da cadeia de suprimentos e das reduções de custos com propagandas e remarcações de liquidação.

Para implementar toda essa renovação na forma de produzir e comercializar, a empresa apostou e vem apostando fortemente nas TIC. Como muitos dos processos são específicos da Zara, a empresa desenvolveu grande parte de seus sistemas internamente. Com a expansão internacional da empresa, a complexidade desses sistemas tornou-se ainda maior. Em 2005, com o objetivo de melhorar o sistema de envio das mercadorias pedidas por cada loja, a empresa fez um projeto em parceria com pesquisadores acadêmicos para desenvolver técnicas de previsão formais, análise estocástica e um modelo de otimização inteira mista – *mixed integer program* (MIP) – de grande escala [Caro e Gallien (2010)]. A otimização do processo foi totalmente implementada em 2007 e as estimativas apontam um incremento nas vendas de, pelo menos, 3% a 4%, além da redução de custos, como os de transbordo de mercadorias entre lojas.

Estratégias de inovação nos setores de baixa e média tecnologia

Os exemplos citados na seção anterior (em especial, os casos de Benetton e Zara), assim como as novas abordagens sobre a inovação apresentadas, reforçam a importância de que a inovação faça parte de uma visão estratégica da empresa. Uma contribuição interessante nesse sentido é o trabalho de Hirsch-Kreinsen (2008). Com base em uma pesquisa empírica com 43 empresas europeias, o autor procura caracterizar as estratégias de inovação das empresas e suas condições internas e externas para inovar, tais como a base de conhecimento utilizada e a forma de gestão adotada – tanto para o conhecimento interno à empresa quanto para o externo – e as condições sociais e institucionais. A partir dessa análise, ele compara o modo de inovação das empresas de baixa e média-baixa tecnologia (BMT) com o das empresas de alta e média-alta tecnologia (AMT). O estudo contribui para a compreensão das especificidades do modo de inovação típico das empresas *low-tech*, além de sistematizar e reunir os conceitos das demais abordagens já apresentadas.

Segundo o autor, as inovações das empresas AMT são, em geral, mais orientadas à tecnologia, com investimentos significativos em P&D, do que as das BMT. Isso porque o papel da tecnologia tende a ser fundamental para o sucesso comercial da inovação nessas empresas, o que acaba por condicionar também sua tomada de decisão na gestão dos recursos. Ao contrário, as empresas BMT precisam de uma variedade ampla de escolhas de estratégias orientadas e não orientadas a tecnologias, pois seus mercados são bem estabelecidos e altamente competitivos. Com base na pesquisa realizada, o autor concluiu que as inovações mais frequentes nos setores de baixa e média tecnologia são as incrementais e as arquiteturas:

- *Inovações incrementais.* São aprimoramentos nos produtos por meio da melhoria de componentes individuais sem mudanças significativas no projeto como um todo. Além disso, geralmente não é necessário promover mudanças nas rotinas organizacionais das empresas.
- *Inovações arquiteturas.* São a recombinação dos componentes existentes de modo a obter um novo *design* de produto, uma nova técnica ou uma nova estrutura do processo de produção. Em geral, o caminho de desenvolvimento tecnológico não é abandonado, mas com frequência é necessária flexibilidade em relação à reorganização das rotinas organizacionais.

Ambos os tipos de inovação têm em comum o uso de conceitos tecnológicos conhecidos e ativos de conhecimento, que são aprimorados e aprofundados dentro da sua respectiva trajetória de desenvolvimento. Essas inovações diferem fundamentalmente das inovações radicais, as quais superam os conceitos tecnológicos conhecidos e as quais, em muitos casos, são consideradas típicas dos setores AMT.

Na pesquisa, foram identificadas três estratégias de inovação¹⁸ adotadas pelas empresas BMT – passo a passo, orientada ao cliente e especialização em processo (ver Quadro 2) –, nas quais prevalecem as inovações incrementais e arquiteturas.

¹⁸ Segundo a definição adotada, as estratégias de inovação são combinações das preferências, atividades e capacitações das empresas para gerar e difundir diversos tipos de inovação e para lidar com as incertezas tecnológicas e as demandas de mercado.

Quadro 2 | Características dos diferentes tipos de estratégias de inovação em empresas de baixa e média tecnologia

	Passo a passo	Orientada ao cliente	Especializada em processo
Objetivo principal	Desenvolvimento incremental do produto	Melhorar a posição de mercado; criar novos mercados	Otimização de tecnologias de processo
Exemplo	Fornecedor da indústria automotiva	Indústrias da moda e do vestuário orientadas para a moda	Manufatura de papel e processamento de alimentos
Principais condições	Empresas com segmentos de mercado relativamente estáveis	Amplo conjunto de empresas com condições de mercado turbulentas	Empresas com processos de produção automatizados e integrados

Fonte: Hirsch-Kreinsen (2008, p. 27).

- *Estratégia passo a passo.* Trata do desenvolvimento contínuo adicional de produtos conhecidos. Nesse caso, os componentes individuais dos produtos são melhorados e modificados com relação ao seu material, à sua função e à sua qualidade, mas sua estrutura e seus princípios tecnológicos permanecem os mesmos. Aplica-se a empresas que fabricam produtos para segmentos de mercado relativamente estáveis, como componentes de aplicações especiais na indústria automotiva. Os produtos tendem a ser maduros tecnologicamente, são fabricados em grandes plantas e são caracterizados como de baixa complexidade. As tecnologias de processo utilizadas nesses casos, em geral, não se modificam por longos períodos de tempo e estão muito bem adaptadas. Os mercados são bem definidos, os produtos são bem estabelecidos e frequentemente padronizados, a tecnologia de produção é eficiente e o preço é o principal fator de competição. Nesse tipo de produção, a mudança é custosa. Essa estratégia tem característica típica da inovação incremental.
- *Estratégia orientada ao cliente.* Busca inovações relacionadas a assegurar e melhorar a situação de mercado da empresa. É adequada, por exemplo, aos produtos voltados para a moda, às melhorias funcionais e técnicas dos produtos, a uma resposta rápida às mudanças de desejo dos consumidores, à busca de vantagens em mercados de nicho, a habilidosas estratégias de marca e à expansão

das atividades de serviços orientadas a produtos. Uma grande variedade de subsetores utiliza essa estratégia, tais como vestuário, móveis e artigos de couro. São fabricantes cujo desenvolvimento de produtos é atrelado à antecipação dos ciclos de moda e nos quais as linhas existentes de produtos demandam uma variação mais ou menos contínua. Um exemplo apresentado pelo autor é de um fabricante de móveis que recebe uma demanda de um grande varejista de uma linha de móveis com *design* novo e não produzido anteriormente, o que diversifica sua produção. Essas empresas também aumentam sua oferta por meio da inclusão de novas funções e processos em suas atividades, como serviços e sistemas logísticos criados para atender clientes específicos, como os portais B2B. Pode-se entender essa estratégia como um exemplo das inovações arquiteturais, pois é baseada no rearranjo de componentes e unidades para fornecer novos produtos, que não apenas atendem a necessidades específicas de clientes, mas também abrem novos segmentos de mercado.

- *Estratégia de especialização em processos.* São os casos nos quais os esforços de inovação são direcionados para as estruturas de processos organizacionais e técnicos, que podem empregar tecnologias de produção ultramodernas, automatizadas e intensivas em capital. Os exemplos apresentados são da indústria de móveis, extensivamente automatizada com base em uma reduzida variedade de partes e de processos simplificados; indústria de madeira, que alcançou elevadíssimos níveis de precisão; fabricantes de partes de plásticos; de componentes mecânicos; de partes feitas de alumínio; a indústria de papel; e a indústria alimentar, cujos processos são continuamente aprimorados. Além disso, com o aperfeiçoamento dos processos, as melhorias na qualidade dos produtos são alcançadas quase como um subproduto. Essa estratégia compreende não apenas a produção automatizada de alta tecnologia, mas também técnicas simples que estão constantemente sendo “aprimoradas”. Ela é constituída tanto pela otimização técnica e organizacional dos processos de produção existentes quanto pela sua reestruturação na base das tecnologias existentes – ou seja, tem características de inovações incrementais e arquiteturais.

De acordo com as conclusões apresentadas por Hirsch-Kreinsen (2008), os limites definidos pelos recortes setoriais devem ser entendidos de forma mais ampla para compreender os modos de inovação, pois existem elementos de inovação que são transversais entre os setores. Assim, o autor considera que o estudo da inovação deve analisar seus diferentes determinantes e sua interdependência. Nesse sentido, os modos de inovação apresentados para os setores AMT e BMT diferem com relação a causas e determinantes como forças condutoras, base de conhecimento específica, capacitações, competências e relacionamentos da empresa (ver Quadro 3).

Quadro 3 | Modos de inovação estilizados

	BMT	AMT
Direcionadores principais	Novas tecnologias – demanda de mercado	Direcionados pela ciência e tecnologia em combinação com a demanda de mercado
Estratégias típicas	Amplo espectro: incrementais – arquiteturas	Espectro amplo, elevada relevância das inovações radicais, foco principal em inovação de produto
Tamanho das empresas	Maioria de pequenas e médias	Maioria de grandes empresas
Base de conhecimento	Interna: elevada importância de conhecimento prático Externa: conhecimento codificado	Interna: elevada importância de conhecimento codificado em combinação com o conhecimento prático Externa: ampla variedade de fontes de conhecimento codificado, ultrapassando limites setoriais
Competências e capacitações das empresas	Na maior parte, baseada em gestão e em trabalho pouco qualificado; base de competência centralizada	Gestores, engenheiros, especialistas, trabalho qualificado; base de competência ampla
Rede de relacionamento	Cooperação com setores de alta tecnologia e fornecedores especializados, consultores etc., parcialmente com os consumidores, limitada tendência à cooperação	Ampla variedade de parceiros externos provenientes de vários setores sociais (nacional e internacional), intensiva cooperação com parceiros externos
Inserção institucional	Fracamente ligado à maior parte das condições institucionais, exceto da estrutura industrial	Em muitos casos, ligações marcantes com as instituições: elevada relevância da política de inovação

Fonte: Hirsch-Kreinsen (2008, p. 39).

O autor também entende que as inovações dos setores AMT e BMT são, em grande extensão, interdependentes. Para ele, essa observação remonta à complementaridade dos padrões setoriais de mudança técnica proposta por Pavitt (1984), ao papel dos setores BMT como codesenvolvedores e difusores de novas tecnologias e à visão de Kline e Rosenberg (1986), que destacam a dificuldade de traçar os impactos das inovações, pois os limites setoriais podem ser até mesmo redefinidos em decorrência de uma inovação. Em resumo, o autor reforça que as mudanças estruturais pelas quais passam as sociedades desenvolvidas não podem ser simplificadas como um abandono dos setores tradicionais, com tecnologias ultrapassadas, e o crescente domínio de indústrias com tecnologias complexas e avançadas. Pelo contrário, essas mudanças abrangem os setores BMT e baseiam-se no inter-relacionamento dos diferentes setores. Além disso, com a pressão da crescente competição internacional, esse inter-relacionamento deve se intensificar.

Estratégias portadoras de futuro para o Brasil

Para a visão convencional, os setores de baixa e média tecnologia estariam migrando para os países em desenvolvimento, que têm mão de obra mais barata, reduzindo, assim, sua participação nos países desenvolvidos. Essa discussão estaria relacionada ao processo de desindustrialização. Segundo muitos autores, apenas as atividades de alta tecnologia e intensivas em conhecimento iriam permanecer nos países desenvolvidos.

Hirsch-Kreinsen *et al.* (2003) argumentam que há uma mudança em andamento, mas ela não é destrutiva. Na verdade, os setores estão se reorganizando em um novo ambiente econômico. O resultado é que muitos dos setores supostamente ameaçados – os maduros, tradicionais ou *low-tech* – não apenas permanecem nos países desenvolvidos, como são também competitivos e bem-sucedidos no mercado global. Isso é possível exatamente por causa da capacidade de incorporar tecnologias desenvolvidas em outros setores, produzindo novos produtos e processos – enfim, inovando.

O caso das indústrias brasileiras de baixa e média tecnologia não deveria ser diferente. As empresas precisam adotar estratégias de inovação que permitam sustentar uma posição competitiva no mercado global, fazendo frente à concorrência no mercado interno e externo. As estratégias “passo

a passo” e “especializada em processos” tendem a produzir as inovações sustentadoras, importantes para a melhoria contínua dos produtos e processos. No entanto, uma estratégia de inovação orientada a cliente, enfocando as inovações disruptivas (de baixo mercado e de novo mercado), pode permitir que a indústria brasileira de baixa e média tecnologia alcance novos patamares de competitividade, rompendo com a ideia de atraso desses setores – por isso, uma estratégia portadora de futuro.

Tomando como exemplo o caso do setor têxtil (mas podendo estender essas considerações para outros setores de baixa e média tecnologia), os avanços nesse sentido têm sido lentos,¹⁹ apesar das grandes oportunidades de inovação permitidas pelas tecnologias de propósito genérico emergentes, conforme abordado na quarta seção. Segundo Von Tunzelmann e Acha (2005), existe uma assimetria na produção mundial, pois muitos países em desenvolvimento entram no mercado apenas com mão de obra barata e com tecnologias mais simples, enquanto os países desenvolvidos criam produtos com elevado valor agregado – seja pela força das marcas e capacidade de criação de moda, seja pela alta tecnologia de produção de tecidos, como no caso dos tecidos técnicos.

Um novo patamar de competitividade para o setor têxtil brasileiro não significa ficar restrito à réplica do modelo europeu, que busca os produtos de mais alto valor agregado. O país conta com um mercado interno pujante, que merece “um olhar” atento em busca das oportunidades de inovações disruptivas, que também podem ser competitivas globalmente (em especial, inovações disruptivas de baixo mercado podem ter sucesso também em outros países em desenvolvimento ou emergentes).

Algumas empresas brasileiras já reconheceram a importância de ter competitividade para enfrentar suas concorrentes em um mercado globalizado. Por isso, vêm adotando estratégias de integração da produção e comercialização, como Hering, Marisol e Guararapes/Riachuelo, bem como de criação e desenvolvimento de marcas, como AMC Têxtil (Colcci, Sommer, Carmelitas, Fórum, Forum Tufi Duek, Tufi Duek e Triton) e Inbrands (2nd Floor, Bitang, Ellus, Richards, Salinas, Alexandre Herchcovitch e Isabela Capeto).

¹⁹ Para uma contextualização do panorama e desafios do setor têxtil no Brasil em relação ao mercado global, ver Costa e Rocha (2009), Monteiro Filha e Santos (2002) e Gorini (2000).

Contudo, como a capacidade de condução de um projeto de inovação (arquitetural, disruptiva etc.), conforme mostra o modelo interativo de Kline e Rosenberg (1986), não depende de um departamento formal de P&D, mas sim de pessoal qualificado, com conhecimento técnico e prático e capaz de interagir com clientes e fornecedores para o desenvolvimento dos projetos, vislumbra-se que a principal dificuldade enfrentada na condução desse processo são as limitadas capacitações para inovar das empresas brasileiras.

A importância de uma nova estratégia nas políticas públicas para inovação

Dentro da perspectiva discutida, as políticas não deveriam ter foco exclusivo nos agregados de P&D do país, mas no apoio aos processos de inovação de forma mais ampla. Todos os esforços inovativos das empresas são importantes, pois, a partir de cada novo avanço, mesmo que incremental, sobe-se mais um degrau em termos de capacitações. Aliado a uma estratégia competitiva de inovação, esse processo pode engendrar um círculo virtuoso de internalização das atividades inovativas no cotidiano das empresas e, com isso, criar possibilidades reais de que empresas hoje seguidoras em seus setores se tornem empresas líderes.

O conhecimento é marcado pela cumulatividade, de forma que certos esforços que resultem em inovações, ainda que apenas para o âmbito da empresa, podem ser relevantes como mecanismos de aprendizado (a engenharia reversa, por exemplo, foi uma prática deliberada de muitos países para internalizar conhecimento).

É preciso incorporar uma inversão da estratégia usual para internalizar as indústrias de alta tecnologia no Brasil. Em vez de realizar esforços apenas no estímulo ao crescimento dessas indústrias (crescimento empurrado pela oferta), o país, dada sua estrutura industrial diversificada, pode utilizar a demanda dos setores de baixa e média tecnologia como estratégia de sustentação do crescimento (crescimento puxado pela demanda). Assim, apoiar o desenvolvimento de novos produtos e serviços que usem tecnologias geradas pelas indústrias de alta tecnologia, como *softwares*, semicondutores e novos materiais, seja por meio de desenvolvimento conjunto, seja de forma embarcada, amplia o mercado das indústrias de alta tecnologia e contribui para o seu crescimento. Com isso, estimulam-se ao

longo de toda a estrutura industrial empresas que internalizam atividades inovativas como estratégia para se tornarem mais competitivas.

Segundo Von Tunzelmann e Acha (2005), países como Dinamarca, Austrália e Suíça tiveram seu crescimento iniciado pelas indústrias de baixa tecnologia, o que não foi um bloqueio ao desenvolvimento. Ao contrário, é possível pensar que esses setores, como indústrias codesenvolvedoras e difusoras, contribuem fortemente, em conjunto com os setores de alta tecnologia, para uma estratégia de “desenvolvimento em bloco”.

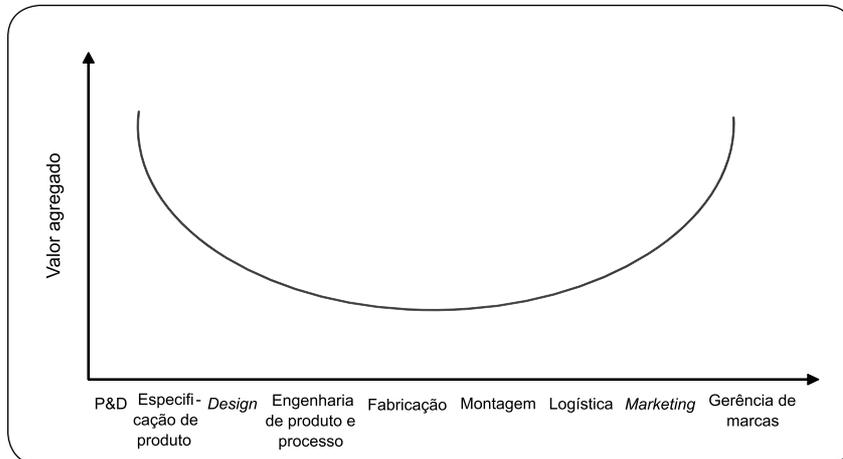
Com a crescente pressão competitiva internacional sofrida por grande parte dos setores de baixa e média tecnologia no Brasil, observa-se uma tendência estrutural ao déficit na balança comercial, com aumento das importações e queda das exportações. No setor têxtil e de confecção, esse déficit já vem ocorrendo desde 2006, sendo que em 2010 alcançou o recorde de US\$ 2,3 bilhões. Com a perspectiva de crescimento do país nos próximos anos, com os investimentos previstos no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), em infraestrutura e habitação, e os eventos da Copa 2014 e das Olimpíadas 2016, além da continuidade do aumento da massa salarial e do consumo interno, o impacto no crescimento nos setores de baixa e média tecnologia é direto.

Assim, uma melhoria qualitativa no padrão de competitividade desses setores no Brasil é urgente, pois o país atravessa um momento de oportunidade única de sustentar seu crescimento no mercado interno e ter cada vez mais empresas competitivas em âmbito global.

Nesse contexto, tendo em vista o perfil da maioria das nossas empresas, que não internalizaram o desenvolvimento de atividades inovativas de forma sistemática, é importante incorporar uma abordagem mais abrangente nas políticas públicas voltadas para a inovação. Contribuem, nesse sentido, o modelo interativo de inovação, a teoria da inovação disruptiva e a noção de indústrias codesenvolvedoras e difusoras.

É premente uma estratégia que invista na criação de capacitações para inovar que não seja exclusivamente vinculada à criação de departamentos de P&D, mas que também se adeque aos perfis de cada setor. Ao longo de sua história, o Brasil incorporou as etapas produtivas de forma eficiente (chamado *catch up* produtivo), mas existem capacitações que ainda não foram incorporadas de forma sistemática em grande parte da indústria,

Gráfico 2 | Valor agregado por função empresarial



Fonte: Castro e Proença (2001, p. 4).

tais como apontaram Castro e Proença (2001). Segundo os autores, o *catch up* produtivo privilegiou a função de fabricação e não incorporou funções que permitem maior adição de valor, ilustradas no Gráfico 2, o que é o inverso da estratégia adotada pelos países desenvolvidos.²⁰ Para fazer frente à concorrência internacional, é necessário o desenvolvimento dessas funções empresariais de maior agregação de valor.

Oportunidades para a atuação do BNDES

Os instrumentos de apoio do BNDES podem contribuir nesse esforço, que precisa, antes de tudo, de uma visão empresarial empreendedora, no sentido schumpeteriano. Por isso, é importante que as linhas de financiamento à inovação possam ser utilizadas no apoio a projetos que fortaleçam as capacidades das empresas, tendo em vista a análise da cadeia produtiva em que a empresa está inserida e sua estratégia competitiva, bem como das possibilidades de convergência e de entrelaçamento com outros setores relacionados à sua esfera de atuação.

No setor têxtil, por exemplo, poderiam ser apoiados com a linha BNDES Inovação Tecnológica os projetos de inovação de produtos e processos que explorem as possibilidades mencionadas anteriormente e que envolvam

²⁰ Nesses países, a manufatura deixou de ser a principal fonte de vantagem competitiva em muitos setores, em detrimento da crescente importância das demais funções.

esforço tecnológico relevante, tais como projetos que usam a rota nanotecnológica, projetos de desenvolvimento de novas fibras e filamentos, de novos processos que atribuam funcionalidades ou características aos tecidos, entre outros. O mais importante seria focar o apoio à internacionalização de capacitações nas tecnologias emergentes que sejam capazes de trazer diferenciais competitivos para as indústrias de baixa e média tecnologia do país.

Já a linha BNDES Capital Inovador, cujo objetivo é capacitar a empresa a realizar atividades de inovação de forma contínua e estruturada, o apoio poderia ser direcionado aos planos de investimento em inovação das empresas nos quais a estratégia seja portadora de futuro – no caso dos setores de baixa e média tecnologia, uma estratégia de inovação orientada ao cliente que contemple inovações disruptivas. Esse seria o caso dos projetos de desenvolvimento de novas linhas de produtos diferenciados e com agregação de valor, incluindo fortalecimento de marca e design, bem como dos projetos de desenvolvimento e implementação de novos processos e modelos organizacionais que estabeleçam novas formas de inserção no mercado, com resposta rápida e eficiente ao consumidor. Tais projetos devem permitir que as empresas passem a produzir e introduzir inovações de forma sistemática e com maior frequência, passando a assumir uma nova posição competitiva no mercado.

Como as estratégias “passo a passo” e “especializada em processo” tendem a envolver menor esforço tecnológico, elas poderiam ser apoiadas principalmente com a linha BNDES Inovação Produção. Essa linha financia projetos de inovações incrementais de produtos e de processos que contribuam para que as empresas realizem esforços inovativos e desenvolvam a cultura de inovação internamente e por meio colaborativo, bem como projetos de criação de capacidade produtiva para a produção das inovações em escala industrial.

Para aumentar e sustentar o crescimento do país, precisa-se de empresas fortes e inovadoras em toda a estrutura produtiva nacional. Nesse contexto, a visão alternativa proposta pelos autores explorados neste texto – o modelo interativo de inovação, a teoria da inovação disruptiva e a noção de indústrias codesenvolvedoras e difusoras – contribui para uma abordagem mais abrangente das políticas públicas voltadas para a inovação no Brasil.

Referências

- ABDI – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Cartilha sobre nanotecnologia*. Brasília, 2010.
- BELUSSI, F. Benetton: a case-study of corporate strategy for innovation in traditional sectors. In: DODGSON, M. (ed.). *Technology strategy and the firm: management and public policy*. Harlow, Essex: Longman, 1989.
- BITTENCOURT, E. *Considerações sobre o estágio atual da nanotecnologia no setor têxtil*. In: Seminário de Nanotecnologia, Abit, São Paulo, 9 jan. 2010. Disponível em: <http://www.abit.org.br/site/noticia_detalhe.asp?controle=2&tipo=2&id_menu=20&idioma=PT&id_noticia=2928&#ancora>. Acesso em: 10 jan. 2011.
- CAMPOS, B. C. Aspectos da padronização setorial das inovações na indústria brasileira: uma análise multivariada a partir da Pintec 2000. *Anais do XXXIII Encontro Nacional de Economia*, Natal, dez. 2005. Disponível em: <<http://www.anpec.org.br/encontro2005/artigos/A05A097.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2010.
- CARO, F.; GALLIEN J. Inventory management of a fast fashion retail network. *Operations research*, v.58, n.2, mar.-abr. 2010.
- CASTRO, A. B.; PROENÇA, A. *Novas estratégias industriais: sobrevida ou inflexão?* Estudos e pesquisas n. 9, XIII Fórum Nacional, Rio de Janeiro, maio 2001.
- CENESTAP. *Mercados mundiais para têxteis técnicos: previsões para 2010*. Vila Nova de Famalicão, jan. 2004. Disponível em: <http://www.atp.pt/fotos/editor2/texteis_tecnicos2010.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2011.
- CHRISTENSEN, C. M. et al. *O futuro da inovação*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- COHEN, W.; LEVINTHAL, D. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, v. 35, n. 1, p. 128-152, mar. 1990.
- COSTA, A. B.; RIBEIRO, J. M. *Nanotecnologia: tendências, oportunidades e aspectos da regulamentação*. In: Seminário de Nanotecnologia, Abit, São Paulo, 9 jan. 2010. Disponível em: <http://www.abit.org.br/site/noticia_detalhe.asp?controle=2&tipo=2&id_menu=20&idioma=PT&id_noticia=2928&#ancora>. Acesso em: 10 jan. 2011.

COSTA, A. C.; ROCHA, E. Panorama da cadeia produtiva têxtil e de confecções e a questão da inovação. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 29, p. 159-202, mar. 2009.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories. *Research Policy*, Amsterdã, n. 11, p. 147-162, 1982.

GORINI, A. P. Panorama do setor têxtil no Brasil e no mundo: reestruturação e perspectivas. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 12, p. 17-50, set. 2000.

GRAZIENDI, E. *Processos de inovação: modelo linear x modelo interativo*. Disponível em: <http://www.institutoinovacao.com.br/downloads/eduardo_grizendi.pdf>. Acesso em: 18 out. 2010.

GUIDOLIN, S. M.; MONTEIRO FILHA, D. C. Cadeia de suprimentos: o papel dos provedores de serviços logísticos. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 32, p. 433-484, set. 2010.

GHEMAWAT, P.; NUENO, J. L. Zara: fast fashion. HBS Premier Case Collection. Harvard Business School, 2003.

HATZICHRONOGLOU, T. *Revision of the high-technology sector and product classification*. OECD Science, technology and industry working papers 1997/2, OCDE Publishing. Disponível em: <<http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/fulltext/5lgsjhvj7nkj.pdf?expires=1296744213&id=0000&accname=guest&checksum=196643145D8A3C787DD254A392F957AE>>. Acesso em: 24 jan 2011.

HIRSCH-KREINSEN, H. *et al.* Low-tech industries and the knowledge economy: state of the art and research challenges. Artigo do projeto *Policy and innovation in low-tech – Pilot*. Disponível em: <<http://pilot-project.org/publications/sota2.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2010.

HIRSCH-KREINSEN, H. Low-tech innovations. *Industry & Innovation*, v. 15, n. 1, p. 19-43, fev. 2008.

IKEA. Welcome inside: Yearly Summer FY10 Ikea Group. Relatório anual. Disponível em: <http://www.ikea.com/ms/pt_PT/pdf/yearly_summary/Welcome_inside_2010_update.pdf>. Acesso em: 18 out. 2010.

KLINE, S. J.; RONSEBERG, N. An overview of innovation. In: LANDAU, R.; Rosenberg, N. *The positive sum strategy: harnessing technology for economic growth*. Washington: NAP, 1986.

MONTEIRO FILHA, D. C.; SANTOS, A. Cadeia têxtil: estruturas e estratégias no comércio exterior. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 15, p. 113-136, mar. 2002.

NORMANN, R.; RAMÍREZ, R. From value chain to value constellation: designing interactive strategy. *Harvard Business Review*, jul.-ago. 1993.

PAVITT, K. *et al.* Technological accumulation, diversification and organization in UK companies, 1945-1983. *Management Science*, v. 35, n. 1, p. 81-99, jan. 1989.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, v. 13, n. 6, p. 343-373, 1984.

TEECE, D. *et al.* Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, v. 18, n. 7, p. 509-533, ago. 1997.

THE BOOK OF JOBS. *The economist*, 28 jan. 2010. Disponível em: <<http://www.economist.com/node/15393377>>. Acesso em: 18 out 2010.

TRENTO, S. Innovazione commerciale e crescita delle imprese nei settori tradizionali. *DISA Working Paper 2008/1*. Università degli studi di Trento. Disponível em: <<http://eprints.biblio.unitn.it/archive/00001592/01/01.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2010.

VENCE-DEZA, X. *Economía de la innovación y del cambio tecnológico*. Madri: Siglo Veintiuno de España, 1995.

VON TUNZELMANN, N.; ACHA, V. Innovation in “low-tech” industries. In: FARGERBERG, J. *et al.* (eds.). *The Oxford handbook of innovation*. Nova York: Oxford University, 2005.