

Fontes de progresso tecnológico da indústria brasileira: analisando empresas inovadoras e interativas

RESUMO

Diante da crescente importância de produtos ou processo novos ou modificados para a competição das empresas, procuramos entender quais são as fontes de progresso tecnológico que guiam essas empresas até a inovação. Para tanto, partimos das fontes de oportunidades tecnológicas descritas em Klevorick et al (1995) para apontar quais são as fontes mais utilizadas por empresas industriais brasileiras interativas e inovadoras. Por meio dos dados da PINTEC 2008 concluímos que quando se trata de agentes de fora da cadeia produtiva as fontes se concentram principalmente em universidades, e quando falamos de agentes internos, concentram-se em clientes e fornecedores. Notamos também que as fontes de oportunidades ligadas ao processo produtivo estão centralizadas em melhorias incrementais, tais como aumento de capacidade produtiva e flexibilização da produção, e por fim, a principal fonte relacionada ao produto corresponde a melhoramentos na qualidade do produto final.

ABSTRACT

Given the growing importance of product or process new or modified for competition of companies, we seek understand which are the sources of technological progress that guide these companies until to innovation. For both, the starting point of the sources of technological opportunities is described in Klevorick et al (1995) to appoint which sources are frequently used by industrial and innovative interactive Brazilian companies. Through the data PINTEC 2008 we concluded that when treating of agents outside the supply chain the sources are concentrated especially in universities, and when we speak of internal agents, the focus is on customers and suppliers. We noted also that the sources of opportunities linked to the production process are centered on incremental improvements, such as increased capacity productive and flexibility of production, and finally, the main source related to the product corresponds to improvements in quality of final product.

Introdução

O progresso tecnológico da indústria que resulta em produtos ou processos inovadores ou em melhoramentos substanciais em produtos já existentes está diretamente relacionado às fontes de oportunidades tecnológicas que os setores industriais utilizam durante seu desenvolvimento. Por este motivo muitos autores se dedicam a buscar explicações a respeito das diferenças intersetoriais das formas de progresso técnico mais recorrentes na indústria. Entretanto, ainda não há uma visão dominante a este respeito. Por isso, o artigo inicia-se com o referencial teórico que aborda dois pontos: primeiramente as diversas origens das oportunidades tecnológicas e, na sequência, o conhecimento como um ativo importante para as empresas

inovadoras, logo, para o progresso tecnológico. Na sequência, busca-se apontar através dos dados disponibilizados pelo IBGE na Pesquisa de Inovação Tecnológica 2008 (PINTEC 2008) quais fontes de oportunidades tecnológicas são utilizadas pelas empresas industriais brasileiras.

O diferencial deste trabalho será a análise da indústria de transformação a partir da agregação dos setores industriais por intensidade tecnológica, de acordo com a metodologia proposta pela OCDE: baixa; média-baixa; média-alta e alta tecnologia¹. Além disso, nossa amostra de empresas será composta apenas por empresas inovadoras e interativas, ou seja, aquelas que inovaram a partir de interações com outros agentes (instituições de pesquisa, universidades, fornecedores, concorrentes, usuários, etc). Esta restrição da amostra a empresas interativas nos permite ver se o sistema de inovação brasileiro está integrado, ou como afirmaram Suzigan e Albuquerque (2008), se ele ainda permanece imaturo.

Conforme as análises realizadas pelos autores apresentados a seguir, as diferentes direções do avanço técnico podem definir as fontes de oportunidades tecnológicas mais utilizadas pelos setores industriais. Dentre essas análises, elegemos duas fontes de oportunidades tecnológicas descritas em Klevorick et al (1995) como o fio condutor deste trabalho. Assim, nossa observação recairá sobre a utilização de fatores que compõem os “avanços tecnológicos externos à indústria” e “avanços em trajetórias naturais” para delimitar as fontes de oportunidades tecnológicas analisadas.

Para concluir, foi elaborada uma seção com os resultados obtidos pela análise dos dados da PINTEC 2008, que adiantando, indicam que as empresas industriais estão buscando fontes de oportunidades tecnológicas semelhantes tanto quando se tratam de trajetórias tecnológicas como de avanços externos à indústria.

Metodologia

Para analisar as fontes de oportunidades tecnológicas empregadas pelas empresas industriais brasileiras, as informações foram obtidas do IBGE através de uma tabulação especial da PINTEC 2008. Nesta tabulação foram solicitados dados apenas das empresas inovadoras e interativas, ou seja, que previamente afirmaram possuir interações “muito importantes” ou “moderadamente importantes” com outras instituições para inovar. A partir disto, cada uma das fontes que compõem as oportunidades tecnológicas foram agrupadas por relevância, como “alta e média” e “baixa e não relevante”.

¹ Essa classificação divide os setores industriais pelo percentual de dispêndios destinados à atividade de pesquisa e desenvolvimento em relação ao faturamento total do setor. Para maiores detalhes da classificação, ver *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard*.

Para fins de comparação, também apresentamos o total de empresas inovadoras e interativas da indústria de transformação em geral. Contudo vale lembrar que uma empresa pode ter apontado mais de uma fonte de informação – relevante ou não – para sua atividade inovativa, portanto a soma do número de empresas que citaram alguma fonte de informação supera o total da indústria de transformação, assim como o total de empresas por categoria de intensidade tecnológica². Ademais, é importante lembrar que a metodologia do IBGE para a elaboração da PINTEC considera como inovação a introdução de produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado.

Quanto as fontes de oportunidades tecnológicas descritas em Klevorick et al (1995), utilizaremos apenas duas das três opções que os autores trabalharam (a saber: avanços no conhecimento científico, avanços externos à indústria e avanços na trajetória natural), uma vez que na PINTEC 2008 não há dados sobre áreas da ciência utilizadas pelas empresas interativas, quesito necessário para a análise sobre os avanços tecnológicos a partir do conhecimento científico.

A importância do conhecimento para o progresso tecnológico

Avanços em diversas áreas do conhecimento concomitantemente ao lançamento de produtos inovadores numa velocidade cada vez maior comprovam que a ciência não está isolada do processo inovativo ou é um simples apêndice (ROSENBERG, 2006). Pelo contrário, ciência e tecnologia são desenvolvidas lado a lado, permitindo com que o progresso técnico avance de forma mais sólida e efetiva (KLINE e ROSENBERG, 1986). Mas para que as empresas consigam fazer uso do conhecimento disponível é preciso que elas tenham competências ou recursos internos acumulados. Para Malerba e Orsenigo (1993) a tecnologia se molda de acordo com as propriedades da base de conhecimento da firma. Se essa base for constituída por conhecimento tácito, ela é restrita à firma. Por outro lado, se for formada por conhecimentos codificados e tácitos, pode unir diversas áreas da ciência e tecnologia, assim como pode ser formada por uma soma de competências internas – como as obtidas em processos produtivos ou por exigência da demanda – e externas – como as proporcionadas por fornecedores de máquinas

² A classificação da OCDE por intensidade tecnológica tem equivalência com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas 1.0 (CNAE 1.0), mas nossos dados foram obtidos pela versão mais atualizada da CNAE, a versão 2.0. Na atualização para a CNAE 2.0 houve a inclusão de um grupo que não existia anteriormente (o 33) e a realocação de algumas atividades para um único grupo (o 32). Desta forma, arbitramos a alocação do grupo “32 – Fabricação de Produtos Diversos” na categoria de Média-Baixa intensidade considerando que os setores que fazem parte deste grupo antes correspondiam, em sua maior parte, a esta intensidade tecnológica. Por sua vez, o grupo “33 – Manutenção, Reparação e Instalação de Máquinas e Equipamentos” foi alocado na categoria de Média-Alta intensidade, pois é uma atividade que exige alto nível de conhecimento e refere-se especificamente a máquinas e equipamentos, que fazem parte desta categoria de intensidade tecnológica.

e equipamento, fornecedores de materiais, usuários, universidades e institutos públicos.

Teece (2010) considera que ainda há muita confusão acerca do significado destes termos, e por isso elabora uma definição. Segundo ele, recursos ou competências são qualidades específicas da firma muito difíceis de serem imitadas, na grande maioria das vezes são intangíveis e são resultados de atividades desenvolvidas repetidamente, portanto, cumulativas. Essas características dificultam sua comercialização ou imitação por outras empresas, além dos direitos de propriedade também estarem protegendo-as. Como exemplos de competências podem citar o processo de *know-how*, o relacionamento com clientes e o conhecimento de empregados treinados e capacitados.

As empresas também possuem seus recursos intangíveis, sendo o conhecimento um dos mais essenciais. Este ainda pode ter vários tipos ou classificações. Teece (1998) aponta quatro tipos que descrevem a natureza do conhecimento: i) tácito ou codificado; o primeiro é mais difícil de ser repassado porque não é simples explicar como utilizá-lo, exige contato pessoal – e por isso acaba sendo mais custosa e demorada sua transferência, quando isso é possível. Já o codificado é simples de ser descrito e um profissional com entendimento técnico consegue utilizá-lo, por exemplo, a partir de um manual. ii) visível ou incorporado; são visíveis os que podem ser obtidos através da imitação ou engenharia reversa (normalmente são produtos acabados) e incorporados aqueles ligados à tecnologia de processo, que podem ser assegurados através de segredos industriais. iii) negativo ou positivo; no sentido da incerteza que cerca o processo inovativo. No caso de uma pesquisa culminar numa descoberta, o conhecimento utilizado é positivo, já no caso de resultar num beco sem saída, é um conhecimento negativo, mas mesmo assim ele é mantido no portfólio da empresa, pois é um indicativo de que pesquisas nesse sentido não darão resultados. iv) autônomo ou sistemático; o último indica que é preciso grandes modificações para colocá-lo em prática, ou seja, ele sozinho não resulta em melhorias, já o conhecimento autônomo por si só pode produzir grandes mudanças em um produto (exemplo de autônomo: a injeção eletrônica que melhorou a eficiência dos carros; e exemplo de sistemático: a descoberta de um novo elemento químico sem aplicação desvendada).

Considerando toda a incerteza que ronda a economia como um todo, Nonaka (1991, p. 96) diz que “*the one sure source of lasting competitive advantage is knowledge*”, por isso é preciso dar uma atenção especial a este fator. Para o autor, o conhecimento sempre parte de um indivíduo (um administrador, um operário, um pesquisador, entre outros), o qual tem uma ideia boa que é transformada dentro da empresa em um recurso valioso. Nesse sentido, o conhecimento tácito se torna tão ou mais relevante que o codificado, uma vez que ele está imerso em um grupo específico de trabalhadores (não pode ser tomado por outros concorrentes),

constituindo uma grande vantagem para seu detentor.

Esses dois tipos de conhecimento tácito e codificado formam uma espiral descrita por Nonaka (1991) com quatro sentidos. O primeiro deles é o caminho do tácito para o tácito, quando um indivíduo compartilha seu conhecimento tácito com outro. O segundo é do explícito para o explícito, quando se combina uma pequena parte de novo conhecimento dentro de outro maior já existente. Em terceiro lugar está a mudança de conhecimento tácito para explícito³, quando um indivíduo se dispõe a divulgar e repassar seu conhecimento para outras pessoas que, em geral, fazem parte do seu grupo de trabalho (esta forma tem um grande potencial de gerar novos conhecimentos). Por fim, o quarto sentido é do explícito para o tácito, ocorre a partir de atividades executadas rotineiramente, que em algum momento sofre uma alteração feita por seu executor e acaba sendo internalizada ao processo. Conforme estas quatro formas se concretizam, forma-se a “espiral do conhecimento”, com início no aprendizado de um conhecimento tácito, sua transcrição para torná-lo codificado, a padronização para que outros entendam e a aquisição de experiência com a sua implementação. Logo, essa espiral facilita a criação de novos produtos e amplia a base de conhecimento de seu detentor. Klevorick et al (1995) também acredita que a natureza da tecnologia determina se ela facilitará o seu desenvolvimento tecnológico. Se o conhecimento é construído em blocos fechados, o inovador obtém maior proteção da inovação resultante, mas por outro lado, o avanço tecnológico será mais lento, uma vez que a concorrência será menor.

Em resumo, a atividade inovativa é moldada de acordo o tipo de conhecimento utilizado pelas empresas, e justamente por isso são grandes as diferenças encontradas ao nível intersetorial quanto à utilização do conhecimento para produzir inovações.

A natureza da tecnologia como determinante das oportunidades tecnológicas

Há um consenso de que para que ocorram avanços científicos e tecnológicos na economia como um todo, é preciso que o estoque do recurso conhecimento seja ampliado. Porém, são raros os estudos que buscam entender quais as formas de fazer este estoque crescer (NELSON, 2006), talvez por ser uma difícil tarefa defini-lo e caracterizá-lo, já que assume diferentes aspectos, conforme registrou Rosenberg (2006). Adota-se aqui o pressuposto de que as oportunidades tecnológicas são determinantes fundamentais para o progresso técnico. Desta forma, utilizam-se as formas de oportunidades tecnológicas para entender como elas favorecem

³De acordo com Nonaka (1991), durante o crescimento e capacitação das empresas japonesas (como a Honda, Canon, Sharp e outras) esta foi a forma de transformação de conhecimento mais bem utilizadas por elas para se estabelecerem como líderes mundiais em seus respectivos ramos de atuação.

o progresso científico e tecnológico na indústria, a partir das categorias de intensidade tecnológica proposta pela OCDE (baixa, média-baixa, média-alta e alta tecnologia).

O conceito de oportunidades tecnológicas foi descrito por Klevorick et al (1995, p.188) como “*the set of possibilities for technological advance, [...] given demand conditions, the current level of technology, and the appropriability regime*”. Assim, os setores industriais com maiores taxas de avanço tecnológico são aqueles que fazem pesquisas e aprimoramentos constantemente e, portanto, encontram maiores oportunidades para se renovarem (e o contrário acontece com os setores com menor taxa de avanço).

Uma visão de teor mais ortodoxo sobre os fatores determinantes do progresso técnico é da indução pela demanda (ou *demand pull*). Ela se ampara nas forças de mercado para dizer que o avanço tecnológico só ocorre quando há uma preexistente demanda por um novo produto ou processo. Nesse sentido a sociedade é quem dita a taxa do progresso técnico à medida que demanda novos bens, ditando assim a alocação de recursos tanto econômicos como inventivos (SCHMOOKLER, 1962). Mowery e Rosenberg (1979) fizeram uma análise crítica deste ponto de vista e concluíram que a demanda do mercado não é o único determinante para localizar as oportunidades tecnológicas, uma vez que o potencial humano de descrever suas necessidades é limitado. Além disso, outra forte crítica ao modelo de indução pela demanda é que ele não consegue explicar inovações disruptivas, ou então a interação entre o progresso científico e o tecnológico. Contraponto ao modelo de indução pela demanda está a versão do impulso pela tecnologia (ou *technology push*). Neste caso o progresso tecnológico origina-se da própria tecnologia, a qual estimula inovações para complementá-la (solucionando problemas, ampliando sua utilização, promovendo a difusão, etc) (GODIN, 2006). Dosi (2006) analisa a versão da indução pela demanda e do impulso pela tecnologia e nota que nenhuma versão é completa. Na verdade cada qual pode explicar uma parte da origem do progresso tecnológico, a primeira no sentido mais reativo – dependente da necessidade dos compradores – e a segunda mais independente, que se apoia na base científica e tecnológica existente para produzir inovações, tanto de processos melhorados como de produtos totalmente novos.

Schumpeter (1912; 1942), por sua vez, debateu sobre a dinâmica da inovação sob outro olhar. Para ele, o progresso técnico resultante das inovações é um elemento endógeno ao sistema, e ele depende não só da estrutura dos mercados como também da dinâmica industrial. Assim, estes dois fatores – estrutura e dinâmica industrial – que definem o potencial inovador das empresas, aquele que permite gerar oportunidades tecnológicas. Tais oportunidades de inovação emergem de um ambiente em que os agentes possuem comportamentos diversos e que a dinâmica tecnológica está em contínua mudança em decorrência da competição entre as

empresas por inovações que superem as já existentes, através da “destruição criativa”⁴ (SCHUMPETER, 1942). Neste sentido, a mudança tecnológica é crucial para a sobrevivência da empresa, a estratégia e a tecnologia escolhidas por ela determinarão seu futuro no longo prazo e, portanto, determinarão quais as novas oportunidades que a empresa poderá seguir ou encontrar em sua trajetória.

Apoiando-se nos princípios teóricos apresentados por Schumpeter, autores como Nelson (1990), Dosi (2006) e Teece (1998; 1986) também buscam estabelecer visões de como as oportunidades tecnológicas são geradas e o que as influenciam. Esses autores argumentam que o regime tecnológico das empresas depende de sua trajetória passada. Isso significa que o desenvolvimento de competências pela empresa ao longo de sua existência interfere na sua capacidade de inovar e de saber aproveitar as oportunidades tecnológicas que surgem. Por isso o avanço técnico é considerado um processo evolucionário (NELSON, 1994), no qual as alternativas tecnológicas devem superar as já existentes e outras que emergem concomitantemente.

Nelson (2006) é bem abrangente em sua visão, acredita que “todas as formas de conhecimentos são importantes para orientar o avanço de quase todas as tecnologias” (p. 249), entretanto a seleção não é aleatória, há um considerável conjunto de conhecimentos tecnológicos que guiam os tipos de projeto que terão sucesso (NELSON, 1994). Além disso, esses conhecimentos acumulados permitem com que se familiarizem com as necessidades dos usuários e assim, ampliem as chances de optar pelo caminho que resulte em sucesso. É claro também que cada tipo de conhecimento pode ter um potencial maior de alavancagem de uma tecnologia de acordo com o setor em questão. Para Nelson (2006), existe um processo de busca que utiliza conhecimentos sequenciais para direcionar o caminho a ser seguido. Neste sentido as pesquisas universitárias possuem um papel de destaque, uma vez que através dela é possível fazer uma pré-focalização do que se procura e onde se pode chegar. O método de busca auxilia, por exemplo, uma empresa na sua tomada de decisão a partir de descobertas científicas já feitas, sobre qual tecnologia adotar para solucionar um problema ou incrementar a produtividade.

Complementando, Dosi (2006) concorda que o progresso técnico assume diferentes características entre as indústrias. Para ele, as oportunidades tecnológicas são determinadas pela apropriabilidade privada da inovação e suas externalidades, ou seja, o grau em que as empresas podem se apropriar dos benefícios oriundos do produto inovativo (como aprendizado e recursos

⁴ O termo “destruição criativa” foi cunhado por Schumpeter (1942) para designar o processo que substitui o velho pelo novo através da eliminação de agentes ou bens defasados em relação a outros mais eficientes e modernos. Para tanto, há um processo de seleção via concorrência de empresários inovadores, onde apenas os mais bem preparados sobrevivem e ocupam o espaço delimitado anteriormente por outro inovador, excluindo este do mercado.

financeiros). Isto também está influenciado pela capacidade de cumulatividade da empresa, que pode ser ampliada com o aprendizado obtido em diversas atividades. Para Klevorick et al (1995), o grau de apropriabilidade de uma tecnologia auxilia a delimitar onde o desenvolvimento tecnológico será maior. Quando a tecnologia avança a passos discretos, o inovador tem a chance de se apropriar dos benefícios da inovação por mais tempo, o que pode acomodá-lo a produzir melhoramentos cumulativos de forma muito vagarosa. Já quando apropriabilidade é baixa, ou seja, o inovador não consegue manter os concorrentes distantes de seu produto inovador por muito tempo, ele precisa constantemente avançar seu no nível tecnológico para se diferenciar.

Por esses motivos, a velocidade do progresso técnico, assim como as suas fontes de origem são diferentes e, portanto, as oportunidades tecnológicas variam muito entre os diversos setores industriais (COHEN et al, 2002; KLEVORICK et al, 1995).

Diferenças intersetoriais de oportunidades tecnológicas

Na sequência, serão apresentadas as diferenças encontradas na PINTEC 2008 entre as categorias de intensidade tecnológica da indústria de transformação brasileira em relação às fontes de oportunidades tecnológicas mais utilizadas para gerar progresso técnico. Primeiramente serão analisadas as fontes relacionadas aos avanços tecnológicos externos à indústria, que serão agrupadas em fatores internos e externos à cadeia produtiva. Para finalizar, analisaremos as fontes de oportunidades oriundas dos avanços na trajetória tecnológica da indústria, que também estarão subdivididas entre trajetórias ligadas ao produto e trajetórias ligadas ao processo produtivo.

É válido lembrar que o universo de empresas tratado aqui corresponde ao total de empresas inovadoras e que afirmaram interagir com outra instituição (ou seja, empresas interativas) para inovar, descritas numa tabulação especial da PINTEC 2008⁵.

⁵ De acordo com normas do IBGE, não é permitido a nenhuma solicitação de tabulação especial desagregação total da CNAE a três dígitos (somente é disponibilizada a desagregação que consta na publicação da PINTEC). Por isso, tivemos que fazer duas adaptações arbitrárias de modo a compatibilizar a tabulação especial com a metodologia da OCDE. Primeiro, consideramos o grupo 32.5 - Fabricação de Instrumentos e Materiais para Uso Médico e Odontológico e de Artigos Ópticos na categoria de Média-Baixa tecnologia, pois está incluído na divisão 32 - Fabricação de Produtos Diversos. Segundo, a divisão 30 - Fabricação de Outros Equipamentos de Transporte foi classificada como Média-Alta tecnologia, embora agregue três diferentes categorias, que são: 30.1 - Construção de Embarcações (Média-Baixa); 30.3 - Fabricação de Veículos Ferroviários (Média-Alta); 30.4 - Fabricação de Aeronaves (Alta); 30.9 - Fabricação de Motocicletas (Média-Alta).

Oportunidades tecnológicas procedentes de avanços tecnológicos externos à indústria

Avanços tecnológicos gerados fora da indústria tratam das descobertas que são feitas por uma instituição ou em um setor e que são bastante utilizadas por diversos outros setores, gerando avanços tecnológicos nos demais também. Para tanto, as fontes geradoras do progresso podem ser internas ou externas à cadeia produtiva.

Como fontes internas consideraremos: i) outras empresas do grupo; ii) clientes e consumidores; iii) fornecedores; e iv) concorrentes. Já o grupo de fontes externas é formado por: i) empresas de consultoria e consultores independentes; ii) universidades ou centros de ensino superior; iii) institutos de pesquisa ou centros tecnológicos; iv) centros de capacitação profissional e assistência técnica; v) instituições de testes, ensaios e certificações; vi) conferências, encontros e publicações especializadas; vii) feiras e exposições; e viii) redes de informação informatizadas.

Todas essas fontes são importantes para contribuir com novas ideias, estimular mudanças incrementais, concretizar uma opção de direção, gerar oportunidades a montante ou a jusante na cadeia, entre outras funções, de grande utilidade para setores específicos, e por isso foram escolhidas para entender qual tem o maior potencial de promover o progresso nas quatro categorias estudadas.

Uma característica que se destaca é que a maioria das empresas inovadoras e interativas pertence a categoria de baixa intensidade tecnológica, equivalente a 40,7% do total. Nota-se que quanto maior a intensidade tecnológica, menor a participação no total de empresas inovadoras e interativas. Assim restam 24,4% de participação para média-baixa, 22,7% para média-alta e 12,1% para alta tecnologia em relação ao total do grupo de empresas interativas da indústria de transformação.

Paralelamente, observando a estrutura produtiva brasileira com todas as empresas (inovadoras ou não; interativas ou não), notamos que ela também se concentra nas categorias de menor intensidade tecnológica, ou seja, baixa e média-baixa tecnologia. Segundo as Contas Nacionais do IBGE de 2008/09, essas duas categorias representam aproximadamente dois terços da produção e quatro quintos do emprego total no Brasil. Além disso, baixa e média-baixa tecnologia representam o grupo com mais empresas inovativas no Brasil, de acordo com os dados da PINTEC 2008. Com isso queremos mostrar que, apesar do número total de empresas interativas não corresponder ao total da estrutura produtiva, a participação das empresas interativas é proporcional à sua participação na indústria de transformação.

Observando os gráficos apresentados na sequência, um importante resultado que

encontramos é que a contribuição das fontes externas à cadeia produtiva geralmente são apontadas como mais relevantes pelas empresas do que as fontes internas à cadeia produtiva. Somando o total de respostas da indústria de transformação (tanto as respostas de alta e média importância como as baixa e não relevante), vê-se que em valores percentuais as fontes externas representam 71,2% das empresas contra 28,8% de fontes internas à cadeia produtiva. Excluindo do total da indústria de transformação as respostas consideradas como baixa e não relevante e somando apenas as respostas de alta ou média relevância, esse percentual se mantém praticamente o mesmo, em 69,8% para fontes externas e 30,2% para fontes internas à cadeia produtiva. Portanto, as fontes externas à cadeia produtiva são as mais utilizadas pelas empresas para alcançarem oportunidades tecnológicas oriundas fora da empresa.

Esse resultado é contrário ao obtido por Klevorick et al (1995) no levantamento feito com empresas nos EUA, onde a contribuição de agentes internos à cadeia produtiva se mostrou mais importante que as fontes externas. Das empresas americanas, mais da metade afirmou que fornecedores, usuários, entre outros agentes de dentro da cadeia produtiva possuíam alta ou média relevância no potencial inovador da empresa.

Tabela 1. Oportunidades Tecnológicas Geradas Fora da Empresa: fontes internas à cadeia produtiva, por grau de relevância

Categorias de Intensidade Tecnológica	Total de empresas inovadoras e interativas	FONTES INTERNAS À CADEIA PRODUTIVA							
		Outra empresa do grupo		Fornecedores		Clientes ou consumidores		Concorrentes	
		Alta e Média	Baixa e Não relevante	Alta e Média	Baixa e Não relevante	Alta e Média	Baixa e Não relevante	Alta e Média	Baixa e Não relevante
Baixa	455	30	47	385	70	389	66	415	40
Média-Baixa	273	33	28	231	42	229	44	105	167
Média-Alta	254	64	27	177	78	204	50	115	139
Alta	135	32	7	107	28	124	12	88	47
Indústria de transformação	1 117	159	109	899	218	945	172	724	393

Fonte: IBGE – PINTEC 2008 (tabulação especial).

Nota: os valores estão dados em número de empresas, sendo que cada uma tinha a opção de citar a relevância de uma ou mais fontes de informação.

Em relação às fontes internas, que estão representadas na Tabela 1, outras empresas do grupo mostraram-se menos relevante para as empresas como fonte de informação para inovação para todas as categorias tecnológicas, pois foi indicada por apenas 159 empresas como uma fonte de alta ou média relevância para sua inovação (ou 4,4%). Por outro lado, para a indústria de transformação, clientes ou consumidores foram considerados a fonte interna mais importante,

sendo 26,1% das respostas analisadas como de alta ou média relevância para as fontes internas (ou 945 empresas). Esse resultado pode nos dizer que a dinâmica dos mercados continua sendo coordenada pelo mercado consumidor, e para acompanhar as constantes mudanças e necessidades, as empresas precisam inovar e se adaptar. Este resultado é compatível pelo encontrado por Von Hippel (1976), que também mostrou que os usuários possuem um papel importante no avanço da tecnologia. Segundo ele, a percepção das necessidades dos usuários diferencia os inovadores que obterão sucesso daqueles que irão fracassar.

Para a categoria de baixa tecnologia, a fonte interna à cadeia produtiva mais importante para gerar progresso tecnológico são os concorrentes, e também clientes ou consumidores e fornecedores possuem uma contribuição muito próxima. Em geral, nos setores que compõem esta categoria tecnológica o conhecimento já está bem difundido e isso facilita que uma empresa consiga melhorar seu produto a partir da observação do produto de seu concorrente (KLEVORICK et al, 1995), para assim produzir algo parecido sem demandar muito tempo com pesquisas de laboratório (que são incertas e mais dispendiosas). Além disso, por exemplo, no caso do setor de produtos têxteis, sua produção é ditada pelas coleções de moda, assim o que um concorrente de grife produz acaba sendo copiado por outras empresas de marcas menos conhecidas. A causa para a grande relevância de clientes ou consumidores e fornecedores para o avanço do setor têxtil também pode ser a mesma citada acima – a forte correlação com a moda – , uma vez que a cada nova coleção eles precisam se adaptar às novidades, fazendo melhorias ou inovações que são aproveitadas pelas empresas têxteis.

A contribuição das fontes internas à cadeia produtiva para o avanço técnico na categoria de média-alta tecnologia provém principalmente de clientes ou consumidores, o que pode ser explicado pelo papel dos setores de fabricação de máquina e equipamentos e de produtos químicos neste grupo. Ambos cumprem sua tarefa de produzir bens a partir da necessidade que o cliente apresentar, sendo que em muitos casos há troca de informação para que, por exemplo, o fornecedor de máquinas e equipamentos ajude a solucionar um problema ou desenvolva uma máquina a partir de um protótipo que o próprio cliente já fez.

Em segundo lugar encontram-se os fornecedores como determinantes para o progresso técnico das empresas de média-alta tecnologia, e um setor representativo disso é a automobilística. A substituição de peças de metal por material plástico nos automóveis (como pára-choques e componentes do painel) permitiu uma grande redução de custo nesta indústria, tanto pelo preço do insumo que passa a ser utilizado quanto pela redução no peso do produto acabado, permitindo assim uma maior eficiência dos carros produzidos a partir de então.

Para a alta tecnologia os clientes são a principal fonte de informação de dentro da cadeia

produtiva para promover inovações. Nesta categoria é comum a proximidade entre produtor e consumidor para troca de informações no intuito de produzir um produto que atenda pedidos específicos. O exemplo citado por Von Hippel (1976) mostra a relação entre produtores de instrumentos científicos e a indústria química, que resultou numa grande inovação, a cromatografia de gás líquido. Esta inovação só se tornou possível a partir da detecção da necessidade da indústria química ter um equipamento com método de análise diferente do existente até então – que conseguisse analisar misturas químicas desconhecidas. Após lançamento desse novo instrumento, os usuários, ou seja, a indústria química passou a utilizar este novo método de análise. No caso de produtos eletrônicos, cada vez mais há um encurtamento dos ciclos tecnológicos (que diminui o ciclo de vida do produto) e, em um mercado tão dinâmico, atender às expectativas dos clientes pode ser o diferencial frente aos concorrentes.

As fontes que não fazem parte da cadeia produtiva da empresa estão apresentadas na Tabela 2. A partir dela observamos que a fonte interna menos apontada por empresas como relevante para o processo inovativo de todas as categorias tecnológicas foram consultorias e consultores independentes (510 respostas indicam que é uma fonte de baixa ou sem relevância para a inovação). Outros agentes como universidades, institutos de pesquisa, centros de capacitação profissional e instituições de testes e certificações aparecem em posições salientes, o que é mais favorável ao desenvolvimento tecnológico (se comparado com consultorias, por exemplo) porque é uma fonte em que o conhecimento segue nos dois sentidos (da empresa para as instituições e vice-versa), capacitando e acumulando conhecimento cada vez mais em ambos os lados durante o processo inovativo.

Já a fonte que mais contribui para o progresso técnico de todas as categorias tecnológicas são as universidades ou centros de ensino superior. No total, 1.026 empresas afirmaram que elas têm alta ou média relevância no processo inovativo, e apenas 92 afirmaram o contrário, que sua contribuição é baixa ou não relevante.

Tabela 2. Oportunidades Tecnológicas Geradas Fora da Empresa: fontes externas à cadeia produtiva, por grau de relevância

		FONTES EXTERNAS À CADEIA PRODUTIVA							
Categorias de Intensidade Tecnológica	Total de empresas inovadoras e interativas	Empresas de consultoria e consultores independentes		Universidades ou centros de ensino superior		Institutos de pesquisa ou centros tecnológicos		Centros de capacitação profissional e assistência técnica	
		Alta e Média	Baixa e Não relevante	Alta e Média	Baixa e Não relevante	Alta e Média	Baixa e Não relevante	Alta e Média	Baixa e Não relevante
Baixa	455	287	167	408	47	241	215	363	93
Média-Baixa	273	90	183	257	16	140	133	98	174
Média-Alta	254	139	114	235	20	169	85	115	139
Alta	135	90	45	126	9	98	37	71	65
Indústria de transformação	1 117	607	510	1 026	92	647	470	646	471

(continuação)

		FONTES EXTERNAS À CADEIA PRODUTIVA							
Categorias de Intensidade Tecnológica	Total de empresas inovadoras e interativas	Instituições de testes, ensaios e certificações		Conferências, encontros e publicações especializadas		Feiras e exposições		Redes de informação informatizadas	
		Alta e Média	Baixa e Não relevante	Alta e Média	Baixa e Não relevante	Alta e Média	Baixa e Não relevante	Alta e Média	Baixa e Não relevante
Baixa	455	262	193	367	88	368	88	396	59
Média-Baixa	273	215	57	156	117	182	91	203	70
Média-Alta	254	188	66	209	45	191	64	201	53
Alta	135	109	26	108	27	114	21	110	25
Indústria de transformação	1 117	775	342	840	277	854	263	910	207

Fonte: IBGE – PINTEC 2008 (tabulação especial).

Nota: os valores estão dados em número de empresas, sendo que cada uma tinha a opção de citar a relevância de uma ou mais fontes de informação.

Universidades ou centros de ensino superior mostraram maior importância no setor de baixa tecnologia, e em segundo lugar aparecem redes de informação informatizadas. Como aqui o conteúdo tecnológico dos produtos é baixo, pequenos incrementos nos produtos podem chamar a atenção de mais clientes ou então permitem uma ampliação na produtividade, o que resulta em diminuição de custos produtivos. Por isso, muitas empresas mostraram-se interessadas em parcerias com universidades.

De acordo com a PINTEC 2008, redes de informação se posicionaram entre as fontes mais utilizadas recentemente – representa 10,2% do total de respostas da indústria de transformação para as fontes externas à cadeia produtiva. Nas edições anteriores (dos anos de 2003 e 2005) esta fonte de informação ainda não figurava entre as mais importantes para

nenhum setor. Desta forma, notamos a crescente participação da internet e outras redes no processo inovativo das empresas, que passam a se informar e dividir conhecimentos através de programas específicos ao setor produtivo.

Para a baixa tecnologia algumas fontes de oportunidades em que o conhecimento é disseminado livremente também receberam uma quantidade grande de respostas relevantes. Nota-se que as fontes feiras e exposições juntamente com conferências, encontros e publicações especializadas tornaram-se locais significantes para a troca de informações que resultem em melhorias ou inovações. Como dito acima, estes setores oferecem produtos mais padronizados, e por isso podem utilizar esta fonte de informação para traçar as tendências do setor e assim planejar sua estratégia inovativa. Além disso, como o grau tecnológico embutido nestes produtos é baixo, é possível aprender a desenvolver melhorias nos produtos a partir de relações informais, que não exigem um procedimento tecnológico complexo.

Além das universidades e centros de ensino superior, os setores de média-alta tecnologia consideram conferências, encontros e publicações especializadas ao lado de feiras e exposições importantes fontes de desenvolvimento tecnológico. Em geral, entidades setoriais (como as associações) afirmam que as empresas buscam participar dessas reuniões ou desejam ter acesso a textos de conteúdo essencial e novo, descobertos em pesquisas em que não participou, para obter benefícios que sozinhas não conseguiriam alcançar ou levariam mais tempo para obter o mesmo resultado. Os setores que dão mais peso a esta fonte de informação são fabricação de máquinas e equipamentos ao lado de manutenção, reparação e instalação de máquina e equipamentos – de acordo com os dados da tabulação especial da PINTEC 2008. Assim, esta forma livre e aberta de obter informações para inovar torna-se de certo modo essencial para os demais setores da indústria, pois são consumidores das inovações embarcadas nos bens produzidos aqui.

Na alta tecnologia, além das universidades, várias fontes de informação externas à cadeia produtiva contribuem de forma parecida – em grau de importância – para o avanço desta categoria tecnológica. Após as universidades ou centros de ensino superior, as fontes de informação mais citadas e em quantidades próximas são: feiras e exposições; redes de informação; instituições de testes, ensaios e certificações; conferências, encontros e publicações. Todas essas fontes representam as principais formas que a categoria de alta intensidade tecnológica se utiliza para avançar tecnologicamente aproveitando-se das opções de fora de sua cadeia produtiva. Analisando mais detalhadamente vemos que o setor que mais favorece este resultado é a fabricação de produtos farmacêuticos.

Oportunidades tecnológicas provenientes de trajetórias naturais

A seguir buscamos entender como uma atividade realizada repetidas vezes interfere no progresso tecnológico da indústria. Segundo Klevorick et al (1995) podemos chamar essas atividades de trajetórias tecnológicas ou trajetórias naturais, no sentido que Nelson e Winter (2006) defenderam. As atividades listadas para as empresas conferirem o grau de relevância estão divididas em dois grupos: as relacionadas ao produto e as desenvolvidas durante o processo produtivo. No primeiro grupo estão: i) melhoria na qualidade dos produtos; ii) ampliação da gama de produtos ofertados; iii) manutenção da participação no mercado; iv) ampliação da participação no mercado; e v) abertura de novos mercados. Como trajetórias naturais ligadas ao processo produtivo (o segundo grupo) considera-se: i) aumento da capacidade produtiva; ii) aumento da flexibilidade da produção; iii) redução dos custos de produção; iv) redução dos custos do trabalho; v) redução do consumo de matéria-prima; vi) redução do consumo de energia; vii) redução no consumo de água; viii) redução do impacto ambiental e/ou melhorias em saúde e segurança; e ix) enquadramento em regulações e normas padrão.

Através dos dados apresentados nas tabelas abaixo, notamos que as trajetórias naturais ligadas ao processo são mais frequentemente citadas pelas empresas como impactantes sobre a atividade inovativa (65% do total de respostas de todos os níveis de relevância para trajetórias naturais correspondem a esta forma), em relação às atividades ligadas ao produto (que somam 35% das respostas para todos os níveis de relevância). Considerando apenas as respostas de alta e média relevância, de modo a notar qual tipo de trajetória natural é realmente mais importante para as empresas, as trajetórias ligadas ao produto chegam mais próximo do percentual conferido ao processo produtivo. A participação das trajetórias relacionadas ao produto amplia-se para 43,5% das repostas, e em contrapartida, as atividades ligadas ao processo perdem participação, somando 56,5% das respostas mais relevantes. Isso evidencia que, mesmo estando em número inferior (em comparação às fontes ligadas ao processo produtivo), as fontes de oportunidades tecnológicas ligadas ao produto são essenciais para o progresso tecnológico da indústria de transformação. O fator melhoria na qualidade dos produtos foi o mais citado por todas as empresas como a atividade que proporciona os melhores benefícios tecnológicos quando desenvolvida constantemente (1.048 respostas para alta e média relevância), sendo que este fator permanece na primeira ou segunda posição entre os mais citados para todas as categorias de intensidade tecnológica. Por esse motivo a participação dos fatores relacionados ao produto cresce quando observa-se apenas as respostas de alta e média relevância.

Abaixo temos a Tabela 3 com os cinco fatores que dizem respeito às trajetórias tecnológicas ligadas ao produto citadas anteriormente.

Tabela 3. Oportunidades Tecnológicas Geradas a Partir de Trajetórias Naturais: fatores ligados ao produto, por grau de relevância

Categorias de Intensidade Tecnológica	Total de empresas interativas e inovadoras	TRAJETÓRIAS NATURAIS LIGADAS AO PRODUTO									
		Melhoria da qualidade dos produtos		Ampliação da gama de produtos ofertados		Manutenção da participação no mercado		Ampliação da participação no mercado		Abertura de novos mercados	
		Alta e Média	Baixa e Não relevante	Alta e Média	Baixa e Não relevante	Alta e Média	Baixa e Não relevante	Alta e Média	Baixa e Não relevante	Alta e Média	Baixa e Não relevante
Baixa	455	446	9	436	19	385	70	386	69	395	61
Média-Baixa	273	242	31	230	42	250	22	221	52	206	67
Média-Alta	254	232	22	226	28	228	26	205	49	209	45
Alta	135	128	7	109	27	110	26	112	24	107	29
Indústria de transformação	1 117	1 048	69	1 001	116	973	144	924	193	916	201

Fonte: IBGE – PINTEC 2008 (tabulação especial).

Nota: os valores estão dados em número de empresas, sendo que cada uma tinha a opção de citar a relevância de um ou mais impactos resultantes da inovação.

Algumas das atividades apresentadas na Tabela 3 podem estar inter-relacionadas, por exemplo, a melhoria da qualidade dos produtos pode auxiliar as empresas a, no mínimo, se manterem no mercado, ou ainda ampliá-lo. Para as categorias de média-baixa média-alta tecnologia é isso que ocorre, pois essas atividades estão entre as mais citadas pelas empresas como relevantes para sua atividade inovativa. De acordo com as respostas obtidas de empresas das duas categorias, melhorias na qualidade dos produtos que permitem às empresas inovadoras e interativas manterem sua participação no mercado.

Especificamente no caso da média-alta tecnologia, além de ampliar o mercado, a atividade inovativa facilita a ampliação da gama de produtos ofertados no mesmo nível. Este impacto é mais evidente nos setores de fabricação de produtos químicos e de máquinas e equipamentos, nos quais podemos considerar que a execução constante de algumas atividades resultam mais facilmente em novos produtos, pois com pequenos aprimoramentos e empenho de pessoal de alta qualificação – que é necessário nestes setores – pode-se chegar a produtos diferentes.

No caso da baixa tecnologia, a diferenciação dos produtos através da qualidade também é o resultado mais importante da atividade inovativa, principalmente devido a produtos de madeira e artigos de vestuário, que não possuem grande grau de diferenciação por outras formas (são padronizados). Em segundo lugar aparece a ampliação da gama de produtos ofertados como impacto importante da inovação, já que nessa categoria não são necessários grandes avanços tecnológicos para lançarem novos produtos, pois o conhecimento já se encontra difundido.

A maior homogeneidade entre os setores produtivos (que fazem parte da categoria) em relação à importância de seu principal fator ligado a trajetória natural está na alta tecnologia. Nela a melhoria na qualidade dos produtos possui valores muito próximos, apenas com os produtos farmacêuticos e farmoquímicos se destacando um pouco mais. Como o número de empresas é relativamente menor nesta categoria, podemos dizer que a forma de se obter oportunidades tecnológicas se concentra na qualidade do produto – mais do que nos fatores relacionados ao mercado –, pois uma vez que a empresa conquistou mercado pela qualidade do seu produto, o consumidor passa a atrelar a marca à qualidade, principalmente nos casos de produtos em que o ciclo de vida é menor (componentes eletrônicos, equipamentos de informática e de comunicação) e que, portanto, as mudanças são constantes e num curto espaço de tempo.

Quanto aos fatores que fazem parte da trajetória natural ligada ao processo produtivo (ver Tabela 4), alguns deles possuem muita proximidade nas respostas de alta e média relevância frente às de baixa e sem relevância. Por exemplo, o fator redução de consumo de matéria-prima possui um total de respostas para ambos os níveis de relevância bastante equilibrado para a indústria de transformação. Isso pode indicar que os fatores citados ainda não possuem um consenso (favorável ou não) entre todas as categorias tecnológicas como indutores do progresso técnico. Apenas na categoria de alta tecnologia que o grupo de respostas baixa e não relevante sobressai em praticamente o dobro das respostas de alta e média relevância.

Tabela 4. Oportunidades Tecnológicas Geradas a Partir de Trajetórias Naturais: fatores ligados ao processo produtivo, por grau de relevância

Categorias de Intensidade Tecnológica	Total de empresas interativas e inovadoras	TRAJETÓRIAS NATURAIS LIGADAS AO PROCESSO									
		Aumento da capacidade produtiva		Aumento da flexibilidade da produção		Redução dos custos de produção		Redução dos custos do trabalho		Redução do consumo de matéria-prima	
		Alta e Média	Baixa e não relevante	Alta e Média	Baixa e não relevante	Alta e Média	Baixa e não relevante	Alta e Média	Baixa e não relevante	Alta e Média	Baixa e não relevante
Baixa	455	378	76	395	60	262	194	251	204	222	232
Média-Baixa	273	230	43	230	43	200	73	189	83	132	141
Média-Alta	254	265	43	218	36	161	92	174	80	127	127
Alta	135	97	38	104	32	63	73	60	75	46	89
Indústria de transformação	1 117	917	200	946	172	685	432	675	443	528	589

(continuação)

TRAJETÓRIAS NATURAIS LIGADAS AO PROCESSO									
Categorias de Intensidade Tecnológica	Total de empresas interativas e inovadoras	Redução do consumo de energia		Redução do consumo de água		Redução do impacto ambiental e/ou melhorias em saúde e segurança		Enquadramento em regulações e normas padrão	
		Alta e Média	Baixa e não relevante	Alta e Média	Baixa e não relevante	Alta e Média	Baixa e não relevante	Alta e Média	Baixa e não relevante
Baixa	455	177	278	213	243	415	195	357	98
Média-Baixa	273	93	180	43	230	281	62	212	61
Média-Alta	254	90	164	46	208	223	134	162	92
Alta	135	26	109	20	116	104	72	104	31
Indústria de transformação	1 117	386	731	321	797	1 023	463	835	282

Fonte: IBGE – PINTEC 2008 (tabulação especial).

Nota: os valores estão dados em número de empresas, sendo que cada uma tinha a opção de citar a relevância de um ou mais impactos resultantes da inovação.

Observando as opções de avanços na trajetória tecnológica ligadas ao processo produtivo que constam na Tabela 4, notamos que as formas de redução de custos ou insumos (redução de custos de produção, do trabalho, do consumo de energia e de água) não são as mais importantes para o avanço tecnológico dos setores da indústria. Todas essas formas receberam muitas indicações de baixa ou sem relevância pelas empresas sobre seus impactos como estimulantes da atividade inovativa.

Os fatores que mais caracterizam as oportunidades tecnológicas a partir de trajetórias naturais ligadas ao processo produtivo são: aumento da flexibilidade da produção, aumento da capacidade produtiva e redução do impacto ambiental e/ou melhorias em saúde e segurança (considerando aqui somente as respostas de alta e média importância).

O fator redução do impacto ambiental e/ou melhorias em saúde e segurança ainda está ganhando força frente aos demais, pois embora possua o maior número de respostas de alta e média relevância, também acumula um percentual elevado de respostas baixa e sem relevância. A categoria tecnológica em que este fator causa maior impacto é na média-baixa tecnologia, em que o percentual de respostas negativas (baixa e sem relevância) equivale a 21% do total de respostas positivas (alta e média relevância), o valor mais baixo dentre as categorias de intensidade tecnológica (para os demais a diferença é mais que o dobro). Esse crescimento na importância pode ser resultado do acirramento das leis de proteção ambiental, que preveem elevadas multas por descumprimentos de normas contra a poluição, e vale o mesmo para as normas de saúde e segurança, já que as multas são igualmente pesadas. Contudo, é ainda é fraca a conscientização de muitas empresas a respeito do meio ambiente e da segurança, que podem ser diferenciais em relação aos concorrentes, e que inovações voltadas para este sentido podem

gerar avanços tecnológicos que definirão a trajetória natural do setor.

As oportunidades tecnológicas ligadas ao processo produtivo se concentram em aumento da capacidade produtiva e aumento da flexibilidade da produção para as categorias de baixa e média-baixa tecnologia. Para os setores que compõem estas categorias a escala é um fator determinante não só no preço, mas na opção de operar ou não, por exemplo, na fabricação de cimento e estruturas metálicas, ou na fabricação de alimentos e confecção têxtil. Assim, as empresas podem considerar o aumento da capacidade produtiva e da flexibilidade da produção quesitos fundamentais para construir a trajetória que definirá seu avanço tecnológico.

Para a categoria de média-alta tecnologia o aumento da capacidade produtiva se destaca frente às outras formas de avanços na trajetória tecnológica. Aqui estão incluídos os setores de fabricação de produtos químicos, automóveis e peças e acessórios para veículos, que tem em comum um elevado custo de instalação da planta produtiva, e consequentemente a capacidade produtiva deve se manter à altura para ser lucrativa. Desta forma, a trajetória natural orientada pela expansão da capacidade produtiva é a fonte de oportunidades tecnológicas para essas empresas.

A categoria de alta tecnologia possui um diferencial em relação aos demais, pois além do aumento da flexibilidade da produção, o enquadramento em regulações e normas padrão dividem a primeira posição entre os fatores mais impactantes na inovação das empresas. Como explicação vê-se que metade das respostas dadas a este último fator corresponde ao setor de fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos, pois grande número de normas regulam este setor e não se avança tecnologicamente neste setor sem cumpri-las.

Conclusão

Ao analisar as empresas industriais brasileiras inovadoras e interativas agrupadas por seu nível tecnológico, uma observação interessante é que quase a metade delas fazem parte da baixa tecnologia (40,7% do total da amostra), sendo acompanhadas na sequência por empresas de média-baixa (24,4%), média-alta (22,7%) e alta tecnologia (12,1%). Este fato reflete a estrutura industrial brasileira, que também se concentra nos setores de menor intensidade tecnológica. Isso sugere que a amostra com que trabalhamos (de empresas inovadoras e interativas), proporcionalmente, tem um padrão semelhante ao da estrutura produtiva nacional. Ironicamente, ao que parece as empresas mais inovadoras e interativas são as de baixa e média-baixa intensidade tecnológica, exatamente os setores em que o país possui maiores diferenciais competitivos frente aos concorrentes internacionais.

Ao tratar das fontes de oportunidades tecnológicas, alguns resultados específicos

também chamaram atenção. O primeiro é que em relação às oportunidades tecnológicas oriundas de avanços externos a indústria, as fontes externas à cadeia produtiva são mais importantes que as fontes internas. Dentre as fontes internas da cadeia produtiva, destacaram-se como mais relevante para a categoria de baixa tecnologia: empresas concorrentes, clientes e consumidores. Para a alta tecnologia os clientes e consumidores também figuraram como a fonte de oportunidade tecnológica mais relevante para inovação. Para as categorias de média-baixa e média-alta tecnologia, tanto clientes como fornecedores ocupam o posto de fontes mais relevantes.

Dentre as fontes de oportunidades tecnológicas que não fazem parte da cadeia produtiva e que foram apontadas como mais impactantes pelas empresas, vemos que para a baixa tecnologia a fonte universidades ou centros de ensino superior está na primeira posição. Não apenas para esta categoria como para todas as demais, universidades ou centros de ensino superior figuram como a principal fonte de oportunidade tecnológica externa à cadeia produtiva. Uma novidade é que a fonte redes de informação informatizadas ganhou substantiva participação em relação às PINTEC anteriores (de 2003 e 2005), que não chegou a apontar essa fonte como tão importante quanto agora, situando-se como segunda fonte mais importante para a baixa tecnologia – lembrando que esta categoria é a que possui maior quantidade de empresas.

Na análise das fontes de oportunidades tecnológicas originárias de avanços nas trajetórias naturais, concluímos que as mudanças de trajetória relacionadas ao processo produtivo são um pouco mais impactantes que as ligadas ao produto para definir o avanço tecnológico da indústria de transformação. A diferença entre essas duas formas de trajetórias consiste na participação das fontes de oportunidades de cada uma. No caso das fontes relacionadas ao produto, todas apresentam alguma importância. Entende-se isso por que a fonte mais citada foi melhoria na qualidade dos produtos, e as demais fontes possuem um número de respostas similar, ou seja, a diferença no nível de importância entre as fontes de oportunidades relacionadas ao produto é pequena. Para o setor de baixa tecnologia notamos que as fontes mais importantes são melhoria na qualidade dos produtos e ampliação da gama de produtos ofertados. Para a categoria de média-alta e média-baixa tecnologia estão melhoria na qualidade dos produtos seguida de manutenção do mercado. E ainda, para alta tecnologia, a ampliação, manutenção, abertura de novos mercados e ampliação da gama de produtos seguem a melhoria na qualidade dos produtos como fontes de oportunidades mais impactantes para inovar.

Já as fontes relacionadas ao processo produtivo possuem diferenças de relevância significantes na visão das empresas. Além disso, muitas empresas apontaram as fontes ligadas ao processo produtivo como sem relevância para sua atividade inovativa, o que não ocorreu com

as fontes ligadas ao produto. Em outras palavras, as empresas consideram que as fontes ligadas ao produto têm mais potencial para promover seu avanço tecnológico. Analisando cada categoria de intensidade tecnológica nota-se que para baixa e média-baixa tecnologia o aumento da capacidade produtiva e o aumento da flexibilidade da produção são as fontes mais utilizadas pelas empresas. Por sua vez, as empresas de média-alta tecnologia também consideraram o aumento da capacidade produtiva como mais relevante para o progresso tecnológico. O grupo de alta tecnologia apresentou um destaque além da flexibilidade da produção, pois a fonte enquadramento em regulações, normas e padrões se posicionou entre as mais importantes para a inovação nesta categoria, o que não aconteceu em nenhuma das outras. Muito provavelmente devido a presença do setor de fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos na alta tecnologia. Vale conferir devida atenção à fonte redução do impacto ambiental e/ou melhorias em saúde e segurança, que se mostrou como uma fonte em crescente expansão para todas as categorias tecnológicas, além de representar a mais importante fonte para o total da indústria de transformação.

Desta forma concluímos que as fontes de oportunidades tecnológicas para os setores da indústria brasileira não são tão divergentes entre as categorias tecnológicas. Embora a trajetória natural da empresa tenha preocupação permanente com a melhoria na qualidade do produto, as empresas buscam também inovar e progredir através de melhorias incrementais durante seu processo produtivo, tais como aumentar a capacidade produtiva ou aumentar a flexibilidade da produção. No mesmo sentido, encontrar oportunidades tecnológicas a partir de agentes externos à cadeia produtiva tornou-se uma busca maior em relação aos agentes de dentro da cadeia produtiva. De qualquer modo, a importância de clientes e fornecedores permanece alta, juntamente com as universidades como fontes de novas oportunidades, como ocorre comumente também em outros países.

Apesar dos resultados mostrarem que há uma crescente procura das empresas industriais por diversas fontes de oportunidades tecnológicas a fim de promoverem seu desenvolvimento tecnológico, notamos que o número de empresas inovadoras e interativas apresentados na tabulação especial da PINTEC 2008 é muito inferior ao total de empresas que responderam a pesquisa do IBGE. Por isso concordamos com a visão já defendida por Suzigan e Albuquerque (2008) de que as conexões entre os agentes do sistema nacional de inovação ainda permanecem fracas. Desta forma é necessário o estímulo para que mais empresas e instituições concretizem interações, de modo a tornar o sistema menos imaturo, já que conforme mostramos neste trabalho, quando as interações ocorrem, os resultados são positivos no sentido do desenvolvimento tecnológico.

Referências Bibliográficas

- ALBUQUERQUE, E.; SILVA, L. e PÓVOA, L. (2005). Diferenciação Intersetorial na Interação entre Empresas e Universidades no Brasil. *São Paulo em Perspectiva*, v. 19, n° 1, p. 95-104.
- COHEN, W; NELSON, R. e WALSH, J. (2002). Links and Impacts: The influence of public research on industrial R&D. *Management Science*, v. 48, n° 1, p. 1-23.
- DOSI, G. (2006). Mudança Técnica e Transformação Industrial. A teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores. Campinas: Editora Unicamp. Tradução de “*Technical change and industrial transformation*”. Londres: The Macmillan Press (1984).
- FERNANDES, A. C.; CHAVES, C. V.; SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E.; STAMFORD DA SILVA, A.; CAMPELLO DE SOUZA, B. (2010). The importance of academy-industry interaction for the Brazilian immature innovation system: evidences from a comprehensive database. *Science and Public Policy*, v. 37, n° 7, p. 485-498.
- GODIN, B. (2006). The Linear Model of Innovation. The Historical Construction of an Analytical Framework. *Science, Technology & Human Values*, v. 31, n° 6, p. 639-667.
- IBGE [Instituto Brasileiro de geografia e Estatística] (2008). *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – PINTEC 2008*. Brasília: IBGE.
- KLEVORICK, A.; LEVIN, R.; NELSON, R. e WINTER, S. (1995). On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities. *Research Policy*, v. 24, p. 185-205.
- KLINE, S. e ROSENBERG, N. (1986). An overview of innovation. In Landau, R. e Rosenberg, N. (eds.), *The positive sum strategy*. Washington: National Academy of Press.
- MALERBA, F. e ORSENIGO, L. (1993). Technological Regimes and Firm Behavior. *Industrial and Corporate Change*, v. 2, n° 1.
- MOWERY, D. e ROSENBERG, N. (1979). The Influence of Market Demand Upon Innovation – A Critical Review of Some Recent Empirical Studies. *Research Policy*, v. 8, n° 2, p. 102-153.
- NELSON, R. (2006). *As Fontes do Crescimento Econômico*. Campinas: Editora Unicamp. Tradução de “The sources of economic growth”. Cambridge: Harvard University Press (1996).
- NELSON, R. (1990). Capitalism as an engine of progress. *Research Policy*, v. 19, n°3, p. 193-214.
- NELSON, R. (1994) The co-evolution of technology, industrial structure, and supporting institutions. *Industrial and Corporate Change*, v. 3, n° 1.
- NELSON R. e WINTER S. G. (2006). *Uma teoria evolucionária da mudança econômica*. Campinas: Editora Unicamp. Tradução de “An Evolutionary Theory of Economic Change”. Cambridge: Harvard University Press (1982).
- NONAKA, I. (1991). The Knowledge-Creating Company. *Harvard Business Review*, November-December, p. 96-104.
- ROSENBERG, N. (2006). *Por Dentro da Caixa-preta: tecnologia e economia*. Campinas: Editora Unicamp. Tradução de “Inside the black box: technology and economics”. Londres: Cambridge University Press (1982).
- SCHMOOKLER, J. (1962). Economic Sources of Inventive Activity. *Journal of Economic History*, v. 22, n° 1, p. 1-20.
- SCHUMPETER, J. A. (1942). *Capitalismo, Socialismo e Democracia*. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura.
- SCHUMPETER, J. A. (1912). *Teoria do Desenvolvimento Econômico*. Coleção Os Economistas. São Paulo: Abril Cultural.
- SUZIGAN, W. e ALBUQUERQUE, E. (2008). *A Interação entre Universidades e Empresas em Perspectiva Histórica no Brasil*. Texto para discussão n° 329. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, p. 1-27.

TEECE, D. J. (1998). Capturing value from knowledge assets: the new economy, markets for know-how and intangible assets. *California Management Review*, v. 40, n° 3.

TEECE, D. J. (1986). Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing, and public policy. *Research Policy*, v. 15, n° 6, p. 285-305.

TEECE, D. J. (2010). Technological Innovation and the Theory of the Firm: The Role of Enterprise-level Knowledge, Complementarities, and (Dynamic) Capabilities. In Rosenberg, N. e Hall, B. (eds.) *Handbook of the Economics of Innovation, Volume 1*. Amsterdam: North-Holland, p. 675-730.

VON HIPPEL, E. (1976). The Dominant Role of the User in the Scientific Instrument Innovation Process. *Research Policy*, v. 5, n° 3, p. 212-239.