

# PADRÕES SETORIAIS DE APRENDIZAGEM DA INDÚSTRIA BRASILEIRA

Pablo Felipe Bittencourt<sup>1</sup>

**Resumo:** O objetivo do artigo é identificar padrões setoriais de aprendizagem na indústria brasileira. A literatura evolucionária/neoschumpeteriana é utilizada como referencial para teórico, ao passo que a metodologia contempla o uso de técnicas da análise multivariada, aplicadas a indicadores de aprendizagem construídos para 93 setores da atividade industrial brasileira a partir de dados da Pesquisa Brasileira de Inovação (PINTEC). Os resultados revelaram quatro padrões setoriais de aprendizagem que guardaram correspondência a classificação de padrões de mudança tecnológica da taxonomia Pavitt (1984), contudo algumas especificidades puderam ser identificadas.

**Abstract:** The article aims to identify Sectoral Patterns of Learning in Brazilian Industry. The evolutionary/neoschumpeterian approach is used as a benchmark for theoretical, while the methodology involved the use of multivariate analysis techniques, applied to learning indicators constructed for 93 sectors of the Brazilian industrial activity. The Brazilian Innovation Survey (PINTEC) is the major data base used. The results revealed four sectoral patterns of learning that kept matching the classification of patterns of technological change of the Pavitt taxonomy (1984). Although some specificities, was identified.

## INTRODUÇÃO

A literatura recente destaca a inovação como um fenômeno explicado por fatores não lineares, muito além do exclusivo esforço interno do P&D, por exemplo. A geração de inovações exige capacidade de reconhecimento do valor das informações externas, de assimilá-las e traduzi-las para máquinas, equipamentos, materiais, componentes e produtos, de maneira que a combinação de conhecimentos novos com aqueles enraizados na firma amplie seu estoque de conhecimentos relevantes e suas possibilidades de acessar novos conhecimentos. Em outras palavras, a interação da empresa com o ambiente determina seu acesso a uma diversidade particular de recursos e a aprendizagem resultante permite às empresas transformarem seus recursos em inovação.

Ainda que esse processo aconteça de maneira muito particular em cada firma, neste trabalho, parte-se da hipótese teórica de que regularidades podem ser abstraídas do comportamento das firmas com respeito a determinados fatores capazes de influenciar seu comportamento. O setor da atividade industrial em que a firma opera é um desses fatores. Sendo a variedade na base de conhecimentos (Malerba e Orsenigo, 1997) um exemplo de elemento que atua de diferente maneira sobre os setores e que implica em multiplicidade nas formas de organização das atividades de aprendizagem. Avançando nessa linha de pesquisa, o objetivo do trabalho é identificar e analisar padrões de aprendizagem das empresas brasileiras, utilizando os setores da atividade industrial das firmas como parâmetro das “regularidades”. A hipótese subjacente é a de que os grupos formados

---

<sup>1</sup> Doutorando em Economia pela UFF.

guardem características intra-padrão que possam ser analisadas segundo elementos teóricos já definidos pela literatura especializada. Para isso, a técnica de *clustering*<sup>2</sup> da análise estatística multivariada foi aplicada à indicadores de aprendizagem (*learning*) construídos a partir das informações das Pesquisas de Inovação Tecnológica do IBGE, PINTEC's I, II e III referentes aos anos de 1997-2000, 2001-2003 e 2003 -2005 respectivamente.

O artigo está organizado em quatro seções, além desta introdução. Na seção seguinte, discutimos a fundamentação teórica e analítica evolucionária/neoschumpeteriana. Na segunda, apresentamos os procedimentos metodológicos utilizados. Na terceira seção, apresentamos e analisamos os padrões resultantes da aplicação da técnica de *cluster*. E, a última seção é conclusiva.

## 1. REFERENCIAL TEÓRICO E ANALÍTICO

A principal noção pela qual evolui esse artigo define o aprendizado como um processo custoso para as firmas, derivado de fontes de conhecimento internas e externas, o qual resulta na ampliação do estoque de conhecimentos que se acumula na firma (Malerba, 1992). É uma noção significativamente diferente da de Arrow (1962) para quem o aprendizado é um fenômeno cuja fonte de conhecimento é basicamente a experiência no âmbito da produção (*learning by doing*) e que não incorre em custos extras além daqueles típicos da atividade produtiva.

Sob a noção evolucionária da dinâmica de produção da firma, os custos da aprendizagem estão associados a processos de busca<sup>3</sup> capazes de diferenciar a firma de seus concorrentes. Nesse contexto, a firma individual é encarada como um repositório de conhecimentos produtivo e tecnológico constantemente em busca de soluções mais vantajosas dentre diversas oportunidades possíveis. Sendo o processo decisório influenciado pelas formas de organização e processamento interno de suas atividades, ou melhor, por suas rotinas (Nelson e Winter, 1982). Partes das rotinas das firmas são desenvolvidas em um processo de interação com o ambiente concorrencial através da introdução de inovações, da interação com clientes, da busca de novos nichos, entre outras. O processo resulta na transformação constante do ambiente devido à influência dos próprios agentes.

A tomada de decisões se processa, portanto, em um ambiente competitivo mutante que influencia a configuração de diversidades comportamentais das firmas (TEECE e PISANO, 1994), gerando um ambiente marcado por assimetrias tecnológicas capazes de explicar diferentes

---

<sup>2</sup> Trata-se de técnica amplamente utilizada para na literatura de economia industrial e da inovação. Particularmente, com o objetivo de obter semelhanças setoriais na indústria brasileira ver Gonçalves e Simões (2005), Bittencourt, et.al.2008 e Campos e Urraca, (2009)

<sup>3</sup>“Processos de busca são as políticas de inovação das empresas, ou seja, os procedimentos e formas utilizados para a descoberta e/ou desenvolvimento de novas rotinas” (Possas, et.al.1997).

capacidades tecnológicas entre empresas de um mesmo setor. Isso significa que, embora haja regularidades, existem componentes estocásticos, não teorizáveis (Silverberg, et al., 1988).

Uma das tentativas mais conhecidas de teorizar sobre regularidades setoriais, particularmente sobre a mudança tecnológica, é a taxonomia de Pavitt (1984). Nela o autor diferencia setores dominados por fornecedores, baseados em ciência e intensivos em produção, subdividindo este último em fornecedores especializados e intensivos em escala. A taxonomia foi construída segundo as fontes, o impacto e a natureza das inovações setoriais. Para isso, utilizou como variáveis, as fontes de conhecimento, o tamanho das firmas inovadoras, as características do processo produtivo e os setores que produzem e são usuários da inovação. No texto, seminal para qualquer estudo sobre características setoriais da inovação, destaque é dado ao caráter cumulativo do conhecimento aplicado às inovações, sendo que a maior parte do conhecimento aplicado não tem objetivos genéricos, nem é facilmente transmitida ou reproduzível, mas sim adequada para aplicações específicas e apropriada por firmas específicas.

Posteriormente, o autor faz uma revisão dessa taxonomia, na qual inclui a categoria dos setores “intensivos em informação” e exclui os “dominados por fornecedores”. A inclusão da primeira se deve ao potencial inovador das oportunidades tecnológicas criadas pelas tecnologias computacionais, enquanto que a exclusão dos dominados por fornecedores se deve ao papel ativo dessas firmas na interação com fornecedores, tornando-os passíveis de reordenação em setores intensivos em escala ou intensivos em informação Pavitt *et al.* (1989).

Em qualquer esforço de caracterização dos processos de inovação a exploração de variáveis de aprendizagem é regra, uma vez que, em seus processos de inovação as firmas combinam<sup>4</sup> diferentes formas de aprendizado, as quais obedecem a diferentes rotinas e características do ambiente em que estão inseridas. Ou seja, os processos de aprendizagem derivam dos processos de busca das firmas por inovações, mas também de suas atividades rotineiras de produção, com aprendizado associado a *learning by doing*, *by using* e *by learn*, por exemplo.

A forma com que a empresa interage com o ambiente é, portanto, determinante para a construção do seu conjunto particular de conhecimentos. Tal construção explica, ao mesmo tempo, sua diferenciação no “mercado” e a presença de componente tácito, de difícil transmissão dos conhecimentos nela enraizados, o qual determina a capacidade de cada empresa de absorver e explorar (aprender) conhecimentos externos (Lundvall et al., 2001 e Cohen e Levinthal 1989).

A parcela tácita (não codificada do conhecimento) se refere aos elementos como *insights* que ocorrem aos indivíduos e que mesmo pelos detentores do conhecimento não podem ser

---

<sup>4</sup> A própria idéia de aprendizado é concebida como um conjunto de atividades em que vários tipos de conhecimentos se (re) combinam para construir algo novo (Arrow, 1962).

definidos plenamente. Mas podem, contudo, ser compartilhados com colegas com experiências comuns. Tal transferência encontra grandes restrições em relações típicas daquelas realizadas através de contratos de mercado, por exemplo<sup>5</sup>.

Por outro lado, a absorção de insumos científicos, por serem públicos e amplamente codificados, depende apenas da capacidade dos interessados de interpretá-los. É natural pensar, nesse sentido, que algumas atividades setoriais utilizem de maneira mais intensiva (mas não exclusivamente) um conjunto informações científicas em seus processos de inovação<sup>6</sup>. Esses conhecimentos codificados não estão restritos aos insumos científicos, mas se estendem a todo conhecimento que, de alguma forma pode ser transformado em informação, seja através de registro em manuais ou em normas e procedimentos do cotidiano. O processo de codificação consiste na redução e conversão a informação que permite aceleração dos processos de transmissão, armazenamento e reprodução do conhecimento (Foray e Cowan, 1997).

A literatura apresenta quatro tipos de conhecimento que ajudam a compreender as distintas necessidades de conhecimento das firmas para que procedimentos de desenvolvimento de soluções se efetivem: o “saber o que”, o “saber por que”, o “saber como” e o “saber quem”. Os dois primeiros surgem da leitura de livros, da participação de conferências, da consulta a bancos de dados, etc. Os demais se baseiam nas experiências práticas amadurecidas no cotidiano através de processos como “*learning-by-doing*” e “*learning-by-interacting*” (Foray e Lundvall, 1999)

Jensen et al. (2007) destacam sobre os conhecimentos tácitos que o “saber como” é obtido de práticas de aprendizagem do tipo mestre aprendiz, em que tanto a linguagem falada como a corporal do mestre auxiliam na compreensão do aprendiz. Práticas de treinamento no interior das firmas, por exemplo, estimulam a difusão desse tipo de conhecimento. Dizem ainda sobre o “saber como” que, possuir *know-how* é o que caracteriza a mão-de-obra especializada e o que diferencia um cientista de alto nível. Já sobre o “saber quem” destacam que se aprende na prática por meio da participação em comunidades de profissionais especializados em conferências, sociedades profissionais e feiras etc. Esses ambientes dão aos participantes acesso a discussões de experiências e informações de seus colegas (Carter, 1989 apud, Jensen.et.al, 2007). Tais práticas podem envolver também clientes, contratantes, e institutos independentes.

Nesse sentido, o aprendizado é visto como um processo capaz de construir novas competências e vantagens competitivas, em que, a repetição, a experimentação e a busca de novas

---

<sup>5</sup> O tempo, por exemplo, pode ser um fator inibidor das tentativas de absorver e imitar conhecimentos tácitos externos, a medida que não se possa fazê-lo com rapidez suficiente para que os ganhos da inovação resultante seja explorável. Por isso, contextos sociais capazes de estimular interações sociais importam a esse processo (Nonaka, 1994).

<sup>6</sup> Uma evidência empírica é a análise clássica de Nelson (1986).

fontes de informação são mecanismos que capacitam tecnologicamente as firmas e estimulam a produção e a mudança técnica Lundvall (1992).

De acordo com Lundvall et al. (2001) a transmissão destes conhecimentos é resultado da interação entre agentes envolvidos em um contexto sócio-cultural e institucional específico. Assim, uma vez que a habilidade em aprender é decisiva para o sucesso econômico das empresas, é também para os indivíduos regiões e economias nacionais. O aprender, nesse sentido, significa construir competências e habilidades novas, e não somente ter o acesso à informação.

Malerba (1992) aponta o aprendizado tecnológico como a raiz da mudança incremental e sugere elementos analíticos para sua compreensão que se alinham à visão de Lundvall et al. (2001). Para o autor, o fenômeno deve ser analisado considerando-se quatro características básicas: (i) trata-se de um "processo orientado" com custo específico, realizado no interior da firma a partir da motivação de diversas dimensões organizacionais com respeito a uma estratégia específica que explica as principais direções dos esforços de capacitação dos agentes; (ii) associa-se a diferentes fontes de conhecimento, internas e externas à firma. Internamente, relacionam-se a atividades específicas, como produção, P&D e marketing; externamente, envolvem articulações com fornecedores, consumidores e com a infra-estrutura científico-tecnológica; (iii) é cumulativo e amplia o estoque de conhecimentos da firma. Por haver diversas fontes de conhecimento, as formas de conhecimento afetam diferentemente o estoque de conhecimentos das firmas; e (iv) aos processos de aprendizagem não se relacionam apenas a inovações incrementais nos processos produtivos, mas também aquelas que possibilitam a expansão para novos mercados, a partir da exploração de novas oportunidades tecnológicas dos novos produtos gerados.

Malerba (1992) reconhece seis diferentes tipos de aprendizado, identificando suas formas peculiares de obtenção de conhecimentos, são elas: (i) o *learning by doing* – mais próximo a noção de Arrow (1962) - derivado da experiência interna acumulada pelos agentes via repetição das atividades produtivas e, por isso, possibilita uma maior eficiência nos processos de produção, inclusive com a redução de seus custos. Demanda conhecimentos internos; (ii) o *learning by using*, demanda conhecimentos internos da firma e está relacionado ao uso de produtos, insumos, máquinas para o melhoramento de produtos e processo. Através dessa forma de aprendizagem podem ser identificadas características não percebíveis em testes de qualidade ou em simulações; (iii) o *learning from advances* em S&T, ligado ao avanço dos conhecimentos aplicáveis de ciência e tecnologia, demanda conhecimentos externos; (iv) o *learning from inter-industry spillovers* é externo à firma e se refere ao que as firmas concorrentes e outras firmas da indústria estão fazendo; (v) o *learning by interacting*, determinado pela interação com fontes de conhecimento, tais como clientes, fornecedores de bens de capital e o restante da indústria, obviamente é externo à firma. As

interações entre fornecedores e usuários são destacadas como os relacionamentos mais importantes da esfera industrial para o desenvolvimento de inovações por diversos autores (Von Hippel, 1986; Lundvall, 1986; Dyer, 1996); e, finalmente, (iv) o *learning by searching*, interno a firma, estaria vinculado às atividades de pesquisa para a busca de novos conhecimentos, os quais se desenvolveriam no decorrer do processo de busca por soluções e oportunidades de problemas identificados.

Outras formas identificadas da literatura especializada são o *learning by learn*, que se vincula a identificação na estrutura organizacional da empresa de elementos que se colocam como limites ou oportunidades para o aprendizado. Demanda, obviamente, conhecimentos internos. Teoricamente a noção de *learning by learn* é derivada da noção de aprendizagem organizacional, a qual destaca que o conhecimento enraizado nas organizações é maior do que a soma dos conhecimentos dos indivíduos que dela fazem parte. Ocorre que, através do desenvolvimento (intencional ou não) de sistemas cognitivos, as organizações transmitem através do tempo características de seu comportamento, normas e valores, independentemente das entradas e saídas de trabalhadores. Conforme Hedberberger (1981, p.6) “*Organizations do not have brains, but they have cognitive systems and memories*”. Nessa direção, esforços de treinamento significam tentativas de transmissão de conhecimentos tácitos enraizados em um grupo de indivíduos para outro grupo de indivíduos da firma. Conforme (Brown e Dugui, 1991), o treinamento deve ser compreendido como a transmissão do conhecimento abstrato da cabeça daquele que possui o *know-how* para a cabeça daquele que, por não ter desenvolvido a rotina específica, não o possui. Além do treinamento interno, a busca de externa de conhecimentos de centros de capacitação como o SENAI, no Brasil, configuram formas de ampliar as competências internas que podem ser caracterizadas como aprendizagem via treinamento e associam-se a noção de *learnig by learn*.

Outra forma de aprendizagem é o *learning by imitating*<sup>7</sup> que ocorre através de um processo que visa reproduzir inovações desenvolvidas e/ou introduzida por outra empresa, sem que tenha havido qualquer cooperação entre as duas firmas Kim e Nelson, (2005). As imitações podem envolver desde a falsificação, até adaptações criativas e saltos tecnológicos<sup>8</sup>. Um concorrente pode,

---

<sup>7</sup> Essa forma de aprendizagem foi intensamente utilizada na rápida industrialização de economias como a da Coréia do Sul, mas também da brasileira (entre outras), nas décadas de 1960 e 70, especialmente através da engenharia reversa. Quando os produtos imitados são relativamente simples a engenharia reversa não gera necessidade de investimentos em P&D e o aprendizado é restrito. No entanto, o contrário também pode ocorrer. Conforme Nelson e Winter (1982, apud Kim e Nelson, 2005), quando os imitadores trabalham com indícios muito restritos, podem assumir a qualidade de inovadores, pois resolveram a maior parte do problema. Nesses casos, as atividades de engenharia reversa podem rapidamente se transformar em atividades de P&D. As inovações podem também ser imitadas legalmente via aquisição de patentes, licenças e know-how. Masfield (1984 apud Kim e Nelson, 2005) revelou que 60% das inovações patenteadas foram imitadas em quatro anos a partir de seu surgimento.

<sup>8</sup> Por se aproximarem muito da noção de “inovação” de Schumpeter, os saltos tecnológicos configuram-se em uma área nebulosa na identificação das inovações e simples difusões do progresso técnico.

portanto, servir de inspiração para avanços tecnológicos através do simples contato com o produto via engenharia reversa. Contudo a imitação pode necessitar da aquisição da patente para ocorrer.

A imitação através do contato com a inovação do concorrente está diretamente associada à necessidade de conhecimentos tácitos para a compreensão total do produto. Já a imitação via licenças, patentes e know-how envolve aquisição de conhecimento codificados nessas, mas também de um conjunto específico de conhecimentos tácitos que permitam o imitador compreender avanço patenteado e adaptá-lo à firma.

A literatura ainda destaca o *learning by hiring*, quando as firmas contratam trabalhadores (*experts*) de outras firmas. A relevância dessa forma de aprendizagem fica evidente quando se admite que o conhecimento é algo inerente ao ser humano, está enraizado nele, e que portanto a mobilidade do trabalhador possui um papel significativo no processo de aquisição e construção de conhecimentos das firmas, assim como, nas possibilidades de aplicações de conhecimentos acumulados em diferentes contextos. O aprendizado *by hiring* está diretamente associada a relevância do conhecimento tácito nos processos de inovação, uma vez que a contratação de um *expert* é considerada menos custosa a firma do que outra forma de tentar desenvolver ou adquirir o conhecimento demandado<sup>9</sup>.

Os elementos que definem os padrões de aprendizagem, identificados a seguir são, a maior (ou menor) intensidade no uso das diferentes formas de aprendizagem relacionadas acima. É uma análise exploratória de dados que procura identificar padrões (de aprendizagem) através de indicadores específicos aplicados ao conjunto de empresas inovadoras reunidas em 93 atividades industriais (setores) da economia brasileira.

Algumas evidências da diferenciação setorial da aprendizagem são encontradas em Meeus et al.(1999) ao apontarem as atividades mais complexas como aquelas com maior demanda por interações com a infra-estrutura de C&T. Além de outros elementos como o destaque a intensidade do uso de recursos internos qualificados para a ampliação do acesso a conhecimentos externos, conformando a hipótese de Cohen e Levinthal (1989). Também, Levin (1988), por exemplo, diferencia setores ao investigar a hipótese de que haveria um desincentivo a realização de P&D interno (*learning by search*) provocado pela possibilidade de parte desse esforço ser apropriado por seus concorrentes através da troca de informações (*learning by spillover*), como parte da estratégia de acelerar o progresso técnico (Spence, 1984 apud Levin (1988)). Os resultados confirmam a hipótese para indústrias como as de farmácia e química, mas não para as indústrias voltadas a fabricação computadores, construção de aviões, equipamentos e comunicação e componentes

---

<sup>9</sup> Essa forma de aprendizado não fará parte das análises empíricas devido a falta de informações disponíveis capazes de mensurar esse tipo de aprendizagem.

eletrônicos. Sendo que o primeiro caso se justificaria pela descontinuidade dos conhecimentos incorporados as inovações do período, as quais sugeriam que os conhecimentos gerados através de P&D interno e externo possuíam caráter substituto e, por isso, não estimulavam a absorção de conhecimentos *by spillover*. Enquanto nas segundas indústrias, as inovações do período se caracterizavam pela incorporação de dispositivos eletrônicos já desenvolvidos no passado, de forma que conhecimentos adquiridos através de *spillover* estimulavam novos investimentos em P&D (*search*) como forma de compreender e avançar sobre os conhecimentos externos absorvidos.

Já Murovec e Prodan (2009) em estudo sobre as indústrias espanholas e da república Theca apontaram dois grupos de firmas cuja capacidade de absorção se definia pela intensidade da interação. Especificamente denominou-os de (i) *science-push mode* aquelas firmas intensivas na absorção de conhecimentos de universidades e (ii) *demand-pull mode*, as firmas intensivas na absorção de conhecimentos de fornecedores, clientes e concorrentes.

No Brasil uma importante contribuição a compreensão das características dos esforços setoriais de inovação e aprendizagem foi a de Gonçalves e Simões (2005) ao aplicarem técnicas da análise estatística multivariada à variáveis da PINTEC referentes aos esforços de aprendizagem e incorporação tecnológica. Entre outras particularidades nacionais, destacaram nível de gastos em atividades inovadoras maior em setores objetos de política industrial nas décadas de 1960 e 1970, (aeronáutica e siderurgia). Além disso, afirmaram que setores com maiores oportunidades tecnológicas apresentam esforços reduzidos em P&D, o que revela a característica do sistema nacional de passividade e dependência de canais internacionais de transferência tecnológica.

Diferentemente da caracterização dos esforços setoriais de Gonçalves e Simões (2005), nesse trabalho os procedimentos estatísticos para o agrupamento de setores com respeito aos indicadores considerados foram realizados para os três anos. Isso por que os “padrões” são compreendidos como configurações de relações que tendem a se manter com o tempo. Dessa forma, os padrões setoriais foram identificados segundo similaridades comportamentais dos setores nos três períodos pesquisados<sup>10</sup>.

Ao identificar padrões setoriais de aprendizagem na indústria brasileira, esse estudo pretende mapear configurações de relações internas e externas (à firma) que traduzem suas atividades tecnológicas. Por isso, nenhuma agregação *ex-ante* a aplicação da técnica estatística fora realizada, por exemplo, através da taxonomia Pavitt (1984) ou do uso de classificações dos setores quanto as características regime tecnológico (Malerba, 1997)<sup>11</sup>. A próxima seção detalha os procedimentos metodológicos utilizados.

---

<sup>10</sup> Os critérios para definição dos padrões serão melhores explorados na metodologia.

<sup>11</sup> Não obstante, a taxonomia Pavitt (1984) tenha servido como ponto de apoio às análises dos resultados.



## 2. Metodologia

### 2.1.A Construção dos Indicadores

O primeiro procedimento metodológico necessário à análise foi a construção dos indicadores de aprendizagem. Dois subconjuntos de informações da PINTEC foram utilizados para isso. O primeiro, as “fontes de informação” referem-se às fontes de idéias utilizadas pelas firmas em seus processos de inovação. Diferentes fontes de informação podem servir de inspiração e orientação aos projetos de inovação das firmas. A PINTEC subdivide as fontes internas em dois grupos: as fontes internas, ou seja, os ‘departamentos de P&D’ e ‘outras fontes internas’. Estas últimas incluem tanto atividades de P&D não-rotinizadas, dispersas em departamentos ou setores da atividade produtiva da firma. Já as fontes externas englobam os múltiplos elementos envolvidos em possíveis interações que resultam em aprendizagem e inovação<sup>12</sup>.

O segundo grupo de variáveis que compõe os indicadores refere-se a “importância” dada pelas empresas aos gastos em sete atividades de inovação para que as idéias efetivamente se realizassem, ou seja, se transformassem em inovações. A intensidade dos esforços nesse grupo de atividades aponta estratégias diferenciadas de capacitação e aprendizagem.

O quadro abaixo apresenta os indicadores de aprendizagem construídos a partir da combinação de variáveis de FONTES para idéias e as prováveis IMPORTÂNCIAS nas formas de despender gastos associadas às fontes de idéias. A construção das combinações foi realizada observando a provável atividade de inovação associada ao uso de determinada fonte de informação como fonte de idéia para a inovação<sup>13</sup>.

A “aprendizagem pelo P&D interno” corresponde teoricamente ao *learning by search*, é relacionado a fontes de idéias retiradas dos departamentos formais de P&D. Considerou-se que o departamento de P&D é também o principal local da realização dos gastos para a realização das idéias. Com isso, selecionou-se a “importância com os gastos com os departamentos de P&D” como a outra variável à compor esse indicador.

O “aprender fazendo” correspondente ao *learning by doing*, é relacionado às “outras fontes internas – excluindo-se o P&D” e à importância dos gastos realizados pelas empresas inovadoras

---

<sup>12</sup> Nesse artigo, focou-se exclusivamente no aprendizado fruto dos esforços unilaterais. Isso exclui a aprendizagem derivada da cooperação, por exemplo, a qual possui natureza definida por esforços conjuntos das empresas inovadoras com seus parceiros, como parte de seus processos de inovação. A natureza diferenciada dessas formas de aprender justifica a compreensão de que analisadas separadamente essas formas particulares de aprendizagem podem fazer mais sentido.

<sup>13</sup> Não se está assumindo com isso que exista uma correspondência absoluta entre fontes de idéias e os gastos com atividades de inovação. De fato, idéias surgidas nos departamentos de P&D (*learning by search*) podem ser executadas através de gastos com P&D externo (*learning by advanced S&T*). Contudo, os indicadores assumem que há uma probabilidade maior de que os gastos sejam realizados nos departamentos de P&D da própria empresa nesse caso.

com “projetos industriais e outras preparações técnicas”. Conforme definição utilizada pela PINTEC (2005), as fontes consideradas incluem tanto atividades de P&D não-rotinizadas, dispersas em departamentos ou setores cujas atividades são primordialmente de engenharia rotineira de produção e qualidade, como os setores de compras e relações com os fornecedores e setores encarregados do *marketing*. Enquanto que os gastos “projetos industriais e outras preparações técnicas” referem-se a procedimentos e preparações técnicas para efetivar a implementação de inovações de produtos e processos. Os procedimentos incluem, por exemplo: atividades tecnológicas industriais básicas como metrologia, normalização, ensaios e testes. Assim como mudanças em procedimentos de produção e em padrões e métodos de trabalho, ou a transformação de plantas e desenhos voltados a definição de características operacionais de produção e distribuição. Para serem enquadrados nesse tipo de atividade inovativa gastos em quaisquer das transformações ditas acima devem visar o aperfeiçoamento tecnológico do produto ou processo.

Para a definição da aprendizagem via fontes de C&T, correspondente ao *learning from advanced S&T*, considerou-se que as “universidades” e as “conferências e publicações especializadas” são as fontes para as idéias. Enquanto que os gastos para a realização das idéias surgidas dessas fontes realizam-se da aquisição externa de P&D. Considera-se a “aquisição externa de P&D” a compra por parte da empresa de P&D de outras empresas ou instituições.

Para inferir sobre a “aprendizagem por interação” *learning by interacting*, três indicadores foram construídos. Para o primeiro, “aprendizagem com fornecedores”, foram considerados os “fornecedores” como as fontes de informação para as idéias e a importância dos gastos com a “aquisição de máquinas e equipamentos” como a forma de despender os recursos para a realização da idéia. Os dispêndios com a aquisição de máquinas e equipamentos, altamente difundidos no Brasil, remetem à aprendizagem gerada com a instalação da máquina, que, por sua vez, pode demandar outros esforços, à medida que haja necessidade de adaptação interna do novo processo produtivo. Para o segundo indicador, “aprendizagem com clientes” os clientes foram considerados fontes de idéias e a importância dos gastos com a “introdução da inovação tecnológica no mercado” a forma de realizar a idéia. O terceiro indicador foi formado considerando-se a aprendizagem derivada das “outras fontes externas de interação”, especificamente observou o estímulo gerado por (a) as conferências e encontros e (b) pelas feiras e exposições, à difusão de conhecimentos capazes de gerar novas idéias entre concorrentes. Considerou também a importância das (c) empresas de consultoria e (d) dos concorrentes, como agentes integrados a indústria, capazes de fornecer idéias ao processo de inovação.

O indicador denominado “aprendizagem por treinamento” é derivado do *learning by learn* e foi formado pelo uso dos centros de capacitação profissional como fonte de idéias para a mudança

técnica e a importância com os gastos em treinamento foi a forma de gasto associada. Dispendios em treinamento apontam estratégias de absorção de conhecimentos por meio da capacitação de pessoal diretamente voltado ao desenvolvimento de inovações em produtos ou processos.

Finalmente, o indicador de aprendizagem por imitação que corresponde ao *learning by imitating* considera os “concorrentes” e as “licenças, patentes e know-how externo” como fontes de idéias para as inovações, enquanto que a importância com a “aquisição de outros conhecimentos externos”, que inclui a aquisição de licenças, patentes e know-how externo, foi considerada como dispendios associados. O quadro 1 abaixo apresenta as variáveis que formam os indicadores.

Quadro 1: Indicadores de aprendizagem.

		<b>Indicadores de aprendizagem</b>							
		<b>Via Busca</b>	<b>Fazendo</b>	<b>Via Fontes avançadas de C&amp;T</b>	<b>Via Treinamento</b>	<b>Via Imitação</b>	<b>Via Fornecedores</b>	<b>Via clientes</b>	<b>Via Outras fontes de interação</b>
Localização da fonte do conhecimento		Interna	Interna	Externa	Interna	Externa	Externa	Externa	Externa
Principal característica do conhecimento envolvido		Codificado	Tácito	Codificado	Tácito	Codificado e Tácito	Tácito	Tácito	Tácito
Variáveis utilizadas da PINTEC	FONTES	Internas de P&D	Outras fontes internas	Concorrentes	Centros de capacitação	Concorrentes	Fornecedores	Clientes	Conferências Encontros e publicações
		-	-	Licenças, patentes e know-how	-	Licenças, Patentes e know-How	-	-	Feiras e exposições
		-	-	-	-	-	-	-	Empresas de consultoria
		-	-	-	-	-	-	-	Competidores
	IMPORTÂNCIA DO GASTO	P&D interno formal	Projetos industriais e outras preparações técnicas	Aquisição de outros conhecimentos externos	Treinamento	Aquisição de outros conhecimentos externos	Aquisição de máquinas e equipamentos	Introdução da Inovação no mercado	

Fonte: Elaboração própria

As possibilidades de respostas das empresas inovadoras às questões formuladas pela PINTEC e utilizadas para a formulação dos indicadores é sempre qualitativa: alta, média, baixa ou irrelevante. Esses atributos qualitativos da PINTEC foram transformados em quantitativos para que as técnicas estatísticas pudessem ser utilizadas. O procedimento consistiu na substituição dos qualitativos: “alta” “média” e “baixa ou irrelevante” respectivamente por “1”, “0,66” e “0,167”<sup>14</sup>. Assim, os indicadores foram formados utilizando-se de uma média ponderada da importância

<sup>14</sup> O valor para a especificação qualitativa “baixa ou irrelevante” segue a valoração sequencial das informações alta e média. O valor “0,176” é a média entre “0,33” e “0,00”, valores atribuídos para “baixa” e “irrelevante” respectivamente. Isso deve a disponibilização dos dados exclusivamente agregados.

atribuída pelo conjunto das empresas inovadoras de cada setor às variáveis selecionadas para a composição desses indicadores.

Na sequência, apresentamos os resultados da aplicação do ferramental da análise estatística multivariada, especificamente a técnica de *clustering*, a partir da qual 4 grupos de setores foram formados com respeito a intensidade do uso dos indicadores.

## **2.2.A Aplicação da Técnica de Cluster: A Formação dos Padrões.**

Para a formação dos padrões foi utilizada a técnica de *clustering* da análise estatística multivariada. Tecnicamente, um *cluster* pode ser visto como um conjunto de dados que guarde semelhanças entre si. Trata-se de uma técnica de agrupamento cujo método tem por objetivo a separação de objetos ou observações em classes de modo que os elementos classificados em um grupo apresentem alto grau de similaridade. Uma descrição genérica do objetivo de um *clustering* seria o de maximizar a homogeneidade dentro de um *cluster* enquanto se maximiza a heterogeneidade entre os *clusters* (HRUSCHKA e EBECKEN, 2000).

Existem vários métodos de agrupamento, no presente trabalho, um método não hierárquico. Nesse trabalho, os casos a serem agrupados são os setores e as variáveis que determinam os agrupamentos são os indicadores de aprendizagem apresentados no quadro 1. Cada um dos 93 setores da atividade industrial brasileira (3 dígitos da CNAE) é caracterizado, portanto, segundo os 8 indicadores.

Sob esse método o número de *clusters* deve ser definido *à priori*. De maneira crescente foram testados 2, 3 e 4 clusters, apenas no último caso os valores da “estatística p” apresentaram significância  $< 5\%$  para todos os indicadores. O método utilizado é conhecido como *K-means*<sup>15</sup>.

Nesse exercício os dados foram padronizados<sup>16</sup>, fazendo com que as médias de cada indicador chegasse a 0 e o desvio padrão “1”. Dessa forma, somando-se a magnitude de qualquer dos indicadores, chegaremos a zero

## **3. Discussão: Os Padrões Setoriais de Aprendizagem da Indústria Brasileira**

---

<sup>15</sup> A meta do algoritmo K-médias é encontrar um particionamento ótimo para dividir um número de objetos em k-grupos, fazendo com que objetos movam-se de forma a agruparem-se minimizando a variância intra-grupos e maximizando a variância entre-grupos. O processo iterativo é realizado por combinação de elementos em k grupos até que se obtenha uma combinação que maximize o cálculo das variâncias entre grupos e que minimize o cálculo das variâncias intra-grupos. Em cada um dos três exercícios deste trabalho, foram necessárias apenas três interações para que se obtivessem os resultados ótimos.

<sup>16</sup> Padronização significa tornar as média dos indicadores igual a zero e desvio padrão igual a 1. O benefício dessa técnica está representado nos gráficos que permitem a visualização dos padrões. Especificamente, a técnica aponta as formas de aprendizagem acima ou abaixo da média geral em cada padrão.

Essa seção apresenta e analisa os 4 padrões setoriais de aprendizagem formados com a aplicação do ferramental estatístico apresentado acima. As características de aprendizagem que distinguem os padrões são identificadas a partir de três gráficos para cada padrão, correspondentes as três PINTEC's (200, 2003 e 2005). Nos gráficos estão plotadas as intensidades médias do uso de cada forma de aprendizagem considerada pelos indicadores construídos. Da análise gráfica, portanto, se retiram as características semelhantes da trajetória de aprendizagem (2000, 2003 e 2005) que definem os padrões.

Destacamos que uma vez os agrupamentos (*clusterings*) foram realizados de maneira independente em cada um dos três anos os setores que compõe os padrões, poderiam modificar suas formas de aprender através dos anos e, assim, migrarem de um padrão para outro. Dessa forma, definiu-se que a presença de um setor da atividade produtiva em dois dos três períodos em análise seria um indicador suficiente para considerá-lo membro desse padrão<sup>17</sup>.

Estatisticamente essa arbitrariedade significa que, supondo equiprobabilidade de um setor estar em determinado agrupamento, as chances, por exemplo, de um setor classificado no agrupamento que forma o padrão 1 no primeiro período (Pintec 1) estar também nos agrupamentos que formam esse padrão no segundo (Pintec 2) e terceiro período (Pintec 3) é de  $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = 1/16$ , ou seja, 6,25%. Já a chance de um setor classificado no agrupamento que forma o padrão 1, por exemplo, estar também no agrupamento 2 ou no agrupamento 3 é de duas chances em oito possíveis, ou seja,  $\frac{1}{4}$  ou ainda 25%. Apoiando-se nessas probabilidades compreende-se que o formato sugerido para a obtenção dos padrões é confiável.

Os resultados revelaram que apenas 33 setores da atividade econômica estiveram presentes em três dos três clusters que formam cada padrão, ou seja, são casos em que não houve migração de um padrão para outro. Outros 47 estiveram presentes em dois dos três clusters. Apenas 13 setores não foram classificados em nenhum dos padrões por modificaram consideravelmente suas práticas de aprendizagem nos anos considerados.

Os padrões guardaram significativa correspondência com a taxonomia Pavitt (1984) e revelam formas de aprendizagem complementares as apontadas pelo autor como “as principais” nos processos de inovação das firmas<sup>18</sup>. A seguir são apresentadas e analisadas as formas de aprendizagem que definem os quatro padrões de aprendizagem na indústria brasileira

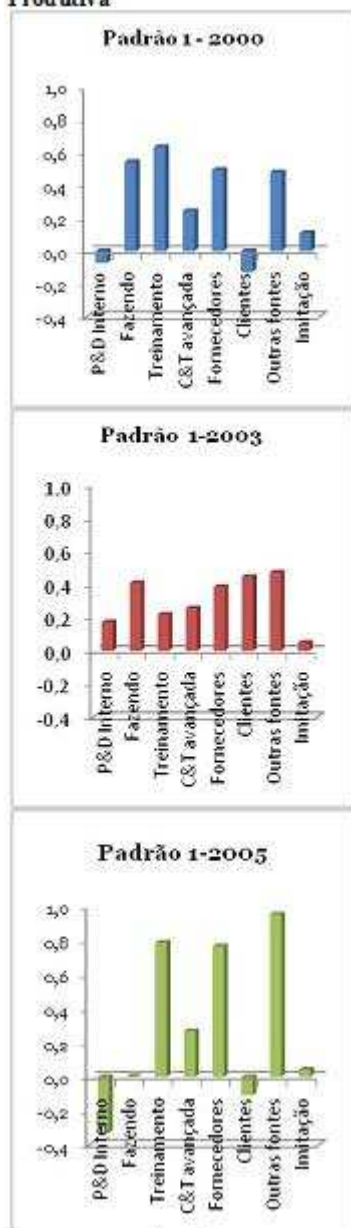
---

<sup>17</sup> Esse critério foi definido observando-se a noção de padrões utilizada nas ciências biológicas, da qual se deriva que os padrões, enquanto configurações de relações no interior de um sistema são passíveis de mutações aleatórias.

<sup>18</sup> O fato de o número de setores considerados aqui (93) ser bastante superior aos observados em Pavitt (1984), fez com o exercício de classificação aqui realizado fosse apoiado também no trabalho de Campos e Urraca (2009), realizado para o Brasil para um conjunto 31 setores.

### 3.1. Padrão 1- Intensivo em Aprendizagem na Esfera Produtiva

Figura 1: Padrão 1- Intensivo em Aprendizagem na Esfera Produtiva



Fonte: Elaboração própria.

Entre os setores agrupados nesse padrão a forma de aprender se define pela aprendizagem com agentes da esfera de produção combinada a outras fontes externas, como pode ser visto na figura 1<sup>19</sup>. Particularmente certa intensidade na aprendizagem tida como de maior conteúdo tácito é notada.

Internamente, revelou-se o uso de departamentos voltados à produção –excluindo-se o de P&D, complementado por práticas de treinamento de pessoal. Tal aprendizado, que tipicamente envolve troca de experiências, informações e conhecimentos dos atores envolvidos nas rotinas de produção das fábricas são complementados fora da empresa por interações tipicamente informais resultantes do contato face a face ocorridos em encontros e conferências, feiras, exposições e no contato com consultores, mas também nos *insights* derivados de informações dos concorrentes (*outras fontes*) e fornecedores. Seguindo Lundvall e Foray (1999) compreende-se que a aprendizagem se define pela maturação das rotinas de produção e inovação em processos nos quais o “saber como” e o “saber quem” são decisivos.

Foram agrupados no padrão 1 setores “intensivos em escala” e em menor medida “fornecedores especializados” (Pavitt, 1984)<sup>20</sup>, especificamente, os de fabricação de “produtos diversos de metal” e de “equipamentos para veículos automotores”.

Pavitt (1984) aponta duas fontes tecnológicas típicas dos setores intensivos em escala: seus departamentos de engenharia de produção e seus fornecedores de equipamentos e instrumentos. Nossos resultados revelam que, ao menos no Brasil, essas duas formas de aprendizagem são complementadas principalmente por outras formas de aprendizagem intensivas em conhecimentos tácitos, mas também, através de aprendizagem com fontes de C&T. Para essa

<sup>19</sup> Um olhar atento aos gráficos perceberá maiores semelhanças nos anos de 1997/2000 e 2003/2005 (Pintec's I e III).

<sup>20</sup> O leitor pode perceber que 5 segmentos do setor produtivo de alimentos, classificado como “dominado por fornecedores” em Pavitt(1984) e Campos e Urraca (2009) estão classificados como “Intensivos em Escala” nesse trabalho. Isso se deve ao elevado porte médio das firmas brasileiras que compõe esses setores. Especificamente, segundo dados da RAIS/MTE (2005), enquanto no padrão 2, onde se encontram agrupados o maior número de setores “dominados por fornecedores”, as firmas dos setores possuem médias em torno de 20 trabalhadores por empresa, no segmento de Carnes e Pescado são: 95 por empresa, no segmento de óleos vegetais e animais são 63 por empresa e no segmento de fabricação de Açúcar chega a 656, 8 por empresa.

última, contribuem o elevado conjunto de recursos relativos em posse de firmas de grande porte, típicas dos setores intensivos em escala. Esses recursos colocam as grandes firmas em vantagem para acessar diversos tipos de conhecimentos, inclusive aqueles gerados em universidades e em centros de pesquisa.

CNAE	Atividade Produtiva	Taxonomia Pavitt	CNAE	Atividade Produtiva	Taxonomia Pavitt
151	Carne e de pescado	Intensivo em Escala	263	Cimento	Intensivo em Escala
153	Óleos vegetais animais	Intensivo em Escala	271	Ferro-gusa e ferroligas	Intensivo em Escala
154	Laticínios	Dominados por Fornecedores	273	Tubos	Intensivo em Escala
156	Açúcar	Intensivo em Escala	274	Metalurgia de não-ferrosos	Intensivo em Escala
157	Café	Dominados por fornecedores	289	Produtos diversos de metal	Fornecedor Especializado
159	Bebidas	Intensivo em Escala	293	Tratores e M&E p/ agricultura	Intensivos em Escala
172	Fiação	Intensivo em Escala	294	Máquinas-ferramenta	Fornecedor Especializado
211	Celulose	Intensivo em Escala	312	Equip. de energia elétrica	Intensivo em Escala
234	Álcool	Intensivo em Escala	344	Peças p/veículos	Intensivo em Escala

**Tabela 1: Setores Intensivos em Aprendizagem na Esfera da Produção: taxonomia Pavitt relacionada**

Fonte: Elaboração própria com base em Pavitt (1984) e Campos (2005)

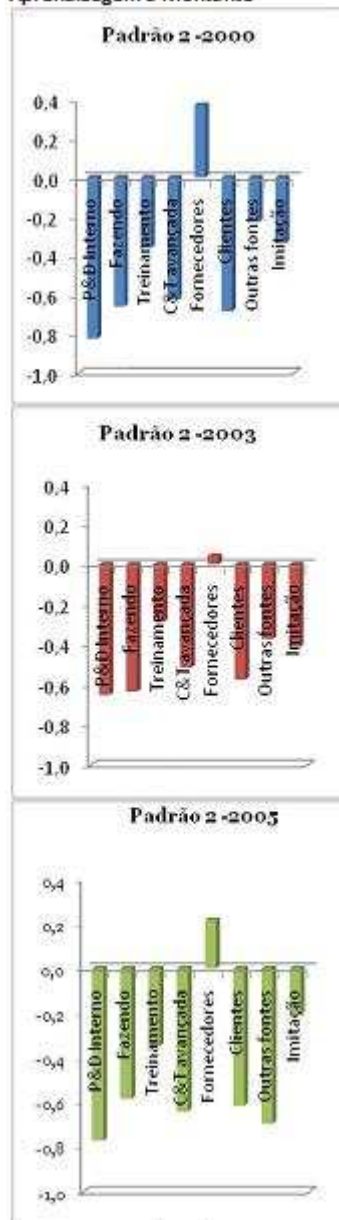
### 3.2. Aprendizagem à Montante

Nesse padrão, apenas uma forma de aprendizagem mostrou-se acima da média, de maneira que os processos de aprendizagem podem ser caracterizados, quase que exclusivamente pelo “saber quem”, nesse caso, especificamente, sobre os fornecedores.

Um olhar mais apurado sobre os gráficos permite dizer, para pelo menos alguns setores, práticas de treinamento e imitação são relevantes. Os esforços de treinamento sugerem da percepção das firmas sobre a necessidade de ampliar a capacitação de seus funcionários como forma de habilitar a empresas a se adaptarem as constantes transformações técnicas, aumentando, assim, as possibilidades da empresa de melhorar seus processos produtivos com inovações incrementais. A imitação sugere esforços à inovações de produto do setor, as quais são, em geral, poucas e de grau de restrito.

Esse é o padrão com o maior número de setores agrupados, (33), o que aponta para a prática de aprendizagem à montante como algo típico de grande parte das firmas nacionais. É composto, mormente, por setores classificados como “dominados por fornecedores”, (tabela 2). Há, contudo, a presença significativa se setores “intensivos em escala”. O grau tecnológico desses “intensivos em escala” ajuda a compreender sua aprendizagem restrita. Seguindo a classificação proposta por

Figura 2: Padrão 2 – Intensivo em Aprendizagem à Montante



Fonte: Elaboração própria.

Maskell (1996) a grande maioria desses setores enquadram-se na categoria de menor nível tecnológico ou “*low-technology*” (ver tabela a seguir).

Conforme Pavitt (1984) as contribuições das firmas dominadas por fornecedores às suas inovações de produto e processo são secundárias. São os fornecedores de equipamentos e outros insumos os principais “geradores” das inovações aplicadas nessas firmas. Essa noção está em linha com a os resultados do agrupamento setorial observado nesse padrão. Contudo, da presença de setores intensivos em escala poder-se-ia, teoricamente, esperar esforços internos de aprendizagem (*by doing*) mais intensivos.

Em resumo, notou-se que o sistema nacional de inovações brasileiro é marcado, quase que exclusivamente, pela “Aprendizagem à Montante” não apenas de setores “dominados por fornecedores”, mas também de “intensivos em escala”. Esse resultado aponta especialmente para os casos dos setores ‘intensivos em produção’ agrupados como um provável foco específico do elemento de passividade inovativa do sistema nacional de inovações brasileiro, identificado por autores como Viotti (2002) caracterizada pela frequência de práticas de “absorção de tecnologia externa”.



Tabela 2: Setores Intensivos em Aprendizagem à Montante: taxonomia Pavitt relacionada.

CNAE	Atividade Produtiva	Taxonomia Pavitt	CNAE	Atividade Produtiva	Taxonomia Pavitt
141	Extração de pedra, areia e argila	Dominado por fornecedores	242	Produtos químicos orgânicos***	Baseado em Ciência
142	Extração de outros minerais	Dominado por fornecedores	251	Artigos de borracha	Dominado por fornecedores
155	Moagem, fabr. de amiláceos e de rações	Dominado por fornecedores	252	Produtos de material plástico	Dominados por fornecedores
158	Produtos alimentícios	Dominado por fornecedores	261	Vidro e produtos do vidro	Dominado por fornecedores
171	Fibras têxteis naturais	Dominado por fornecedores	263	Artefatos de concreto, cimento e similares	Dominado por fornecedores
175	Acabamento em fios e tecidos	Dominado por fornecedores	264	Produtos cerâmicos	Dominado por fornecedores
176	Artefatos de tecidos e de outros têxteis	Dominado por fornecedores	269	Aparelhamento de pedra, fabr. de cal etc..	Dominado por fornecedores
177	Tecidos de malha	Dominado por fornecedores	275	Fundição**	Intensivo em Escala
181	Confecção de vestuário e acessórios	Dominado por fornecedores	281	Estruturas metálicas e obras de caldearia pesada	Intensivos em Escala
182	Vestuário de segurança profissional	Dominado por fornecedores	282	Tanques, caldeiras, reservatórios metálicos	Dominado por fornecedores
192	Artigos para viagem e de artefatos de couro	Dominado por fornecedores	283	Serviços de metalurgia do pó e tratamento de metais	Dominado por fornecedores
193	Calçados	Dominado por fornecedores	299	Manutenção e reparação de M&E	Fornecedores Especializados
201	Desdobramento de madeira	Dominado por fornecedores	315	Fabricação de lâmpadas e equipamentos de iluminação	Fornecedores Especializados
202	Produtos de madeira e material trançado	Dominado por fornecedores	343	Cabines, carrocerias* e recuperação de motores**	Intensivo em Escala
213	Embalagens de papel ou papelão	Dominados por fornecedores	361	Artigos do mobiliário	Dominado por fornecedores
214	Papel, papelão, cartolina e cartão	Dominados por fornecedores	369	Produtos diversos	Dominado por fornecedores
221	Edição, impressão e reprodução	Dominado por fornecedores	371	Reciclagem	Dominado por fornecedores

Fonte: Elaboração própria com base em Pavitt (1984) e Campos (2005)

\*Low Technology

\*\*Medium-low technology

\*\*\*Medium-high technology

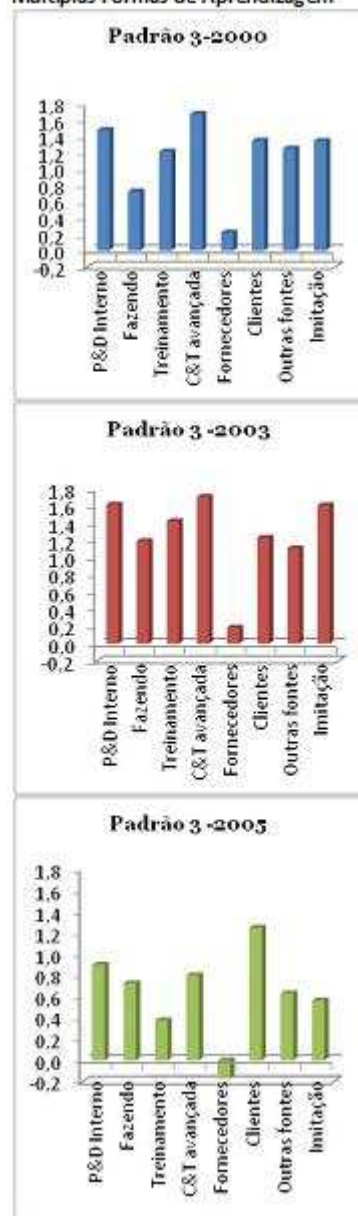
### 3.3. Padrão 3 - Múltiplas Formas de Aprendizagem

Esse padrão agrupou setores que desenvolvem suas atividades tecnológicas por meio de processos altamente dinâmicos que combinam intensidade e complementaridade no uso das diversas formas de aprendizagem, como mostram os gráficos da figura 3. Habilidades para acessar conhecimentos das universidades podem ser necessários, mas não são suficientes para o desenvolvimento do conjunto de soluções que marcam os processos produtivos e inovativos do seletivo grupo de setores que compõe esse padrão.

A diversidade e a complexidade dos conhecimentos úteis a esses setores tornam importantes a presença nas firmas de capacitações que definem os quatro tipos de saber (Foray e Lundval, 1999). Ainda que, o aprendizado à montante tenha-se revelado como o de menor intensidade relativa, considerando sua média geral e as magnitudes muito próximas à essa média no padrão, pode-se dizer que os setores agrupados utilizam-se das diversas formas internas e externas de

aprendizagem para acessar uma ampla gama de conhecimentos de caráter tácito e codificado, como forma de manterem e ampliarem lucratividade e participação de mercado.

**Figura 3: Padrão 3- Intensivo em Múltiplas Formas de Aprendizagem**



Fonte: Elaboração própria.

Apenas 11 setores foram agrupados nesse padrão, sendo 8 deles classificados como “baseados em ciência”, 2 deles como “intensivos em escala” e 1 “dominado por fornecedores”. Pavitt (1984), mostrou que setores baseados em ciência utilizam os departamentos de P&D das firmas como fontes tecnológicas, os quais, estão baseados no rápido desenvolvimento das ciências subjacentes nas universidades e em outros estabelecimentos.

Nesse sentido, apoiado em Cohen e Levintal (1990) e Patel e Pavitt (1995) pode-se dizer que a intensidade nas atividades de P&D das firmas é um elemento capaz de ampliar o potencial de acessibilidade dos conhecimentos gerados em fontes externas, como as universidades. Disso se deriva a intensidade do uso dessas duas formas por esses setores.

Em resumo, se trata de um conjunto de setores marcados por alto dinamismo tecnológico, nos quais, a manutenção e ampliação dos lucros e participação de mercado se explicam pela intensa atividade de aprendizagem tecnológica.

Entre os setores intensivos em escala agrupados nesse padrão entende-se que a multiplicidade de formas de aprendizagem pelas quais as atividades tecnológicas desses setores se definiram é explicada pelo volume e a variedade de recursos disponíveis nas grandes empresas, os quais permitem a essas acessar conhecimentos gerados em diversas fontes.

Tabela 3: Setores Intensivos em Múltiplas formas de Aprendizagem: taxonomia Pavitt relacionada.

CNAE	Atividade Produtiva	Taxonomia Pavitt	CNAE	Atividade Produtiva	Taxonomia Pavitt
245	Produtos farmacêuticos	Baseado em Ciência	332	Aparelhos e instrumentos de medida, teste e controle	Baseado em Ciência
246	Defensivos agrícolas	Baseado em Ciência	341	Aparelhos, instrumentos e materiais ópticos, fotográficos e cinematográficos	Baseado em Ciência
301	M&E para informática e escritório	Baseado em Ciência	342	Automóveis, camionetas e utilitários	Intensivo em Escala
313	Fios, cabos e condutores elétricos isolados	Baseado em Ciência	160	Caminhões e ônibus	Intensivo em Escala
314	Pilhas, baterias e acumuladores elétricos	Baseado em Ciência	334	Produtos do fumo	Dominado por fornecedores
329	Aparelhos e equipamentos de telefonia e radiotelefonia e de transmissores de televisão e rádio	Baseado em Ciência	-	-	-

Fonte: Elaboração própria com base em Pavitt (1984) e Campos (2005)

### 3.4. Padrão 4 - Setores Intensivos em Aprendizagem Interna e à Jusante.

Como mostram os gráficos da figura 4, os setores agrupados nesse padrão possuem aprendizado centrado em suas fontes internas, complementados pelas interações à jusante, ou seja, com clientes. Tanto os departamentos de P&D, nos quais as informações encontram-se mais codificadas como em outros departamentos como o chão de fábrica onde o conhecimento acumulado é estritamente de caráter tácito, caracterizam a aprendizagem interna. Enquanto que o uso intensivo dos clientes como fonte de aprendizagem apontam o foco das inovações.

Dos indicadores com magnitude negativa, nota-se que o que aponta a interação com fontes avançadas de C&T é o mais próximo da média nacional. As interações podem ser explicadas pela própria procedência universitária dos profissionais voltados as atividades de P&D das firmas, assim como pela potencial relação que associa intensidade de P&D na firma com interação com universidades. Em grande medida os quadros de funcionários dos departamentos de P&D dessas empresas são formados por engenheiros graduados, e pós-graduados. Considerando-se que as próprias práticas de ensino na área de conhecimento de engenharia são intensamente voltadas ao desenvolvimento tecnológico compreende-se que vínculos informais passados são elementos decisivos ao estabelecimento de canais de comunicação entre as partes.

Dos 17 setores agrupados, 9 são classificados como fornecedores especializados, 4 são intensivos em escala e 4 baseados em ciência. Seguindo Pavitt (1984), setores fornecedores especializados suprem diversos ramos industriais com conhecimento resultantes de suas especializações e experiências, sendo o objeto de seus esforços a concepção e construção de

produtos para os sistemas produtivos de seus clientes. Processo estimulador natural de interações à jusante.

Com relação ao comportamento de aprendizagem das atividades industriais não classificadas como “fornecedoras especializadas”, nota-se que os quatro segmentos do setor químico – resinas, elastômeros, fibras, filamentos artificiais e sintéticos; tintas, vernizes, esmaltes e produtos afins;

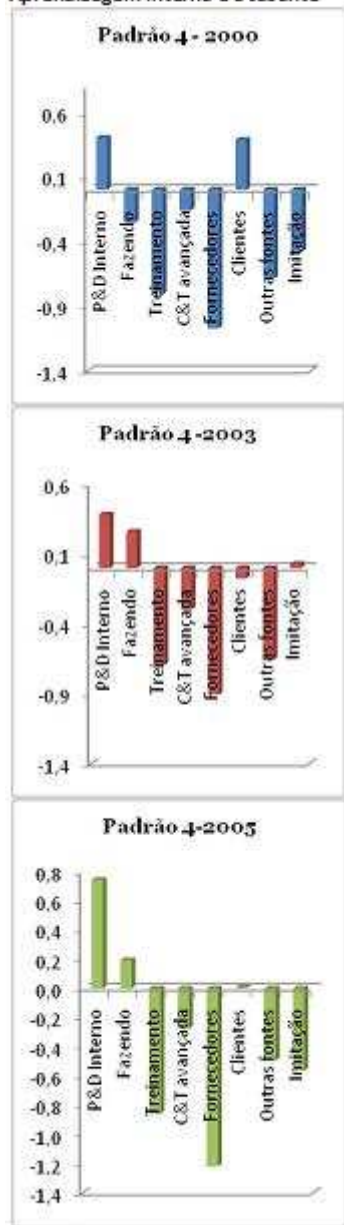
produtos químicos diversos e químicos inorgânicos -, classificado como “baseados em ciência” na taxonomia Pavitt, de fato, apresentam características de produção que se assemelham as dos “fornecedores especializados”, particularmente, a produção e a inovação voltadas ao consumo industrial.

Entre os setores intensivos em escala, excluindo-se em parte, o de “Construção e reparação de embarcações e veículos ferroviários” nota-se também uma característica similar entre eles, seja, o fato de terem sido foco de política industrial nas décadas de 1950 e 1960. Três grandes estatais resultaram da política. A Petrobrás voltada à produção de derivados de petróleo, a Engesa, voltada à produção de equipamentos militares e a Embraer, voltada à construção e montagem de Aeronaves. No lugar da falida Engesa, o exército brasileiro tem firmado acordos recentes com empresas privadas para o reaparelhamento de sua frota de equipamentos militares<sup>21</sup>. Como se sabe, atividades voltadas ao desenvolvimento de tecnologias na área militar envolvem segredo industrial, dificuldades de aquisição de tecnologias e consequentemente intensidade de uso de fontes tecnológicas internas, especialmente de P&D. Uma vez que o exército é o principal cliente, a necessidade do atendimento às exigências dessa demanda se tornam essenciais à produção, o que explica a alta intensidade do indicador (clientes).

O caso da Embraer e da Petrobrás são emblemáticos do resultado positivo das políticas, ainda que a primeira tenha sido

privatizada. Trata-se, de duas das maiores empresas brasileiras, e de líderes mundiais em seus segmentos tecnológicos. Naturalmente, pode-se esperar que essas firmas utilizem intensamente

Figura 4: Padrão 4 - Intensivo em Aprendizagem Interna e à Jusante



Fonte: Elaboração própria.

<sup>21</sup> Em 2007 o Exército brasileiro firmou parceria com a IVECO, subsidiária da FIAT que opera no município de Sete Lagoas –MG, para o desenvolvimento de tanque militar. Do ponto de vista tecnológico estima-se que um número considerável de patentes se derivem do projeto, as quais, serão concedidas exclusivamente ao exército brasileira. Também a licitação que definirá a renovação da frota de caças de última geração brasileira prevê transferência e, dependendo do vencedor, desenvolvimento de tecnologias no Brasil.

outras fontes tecnológicas representadas pelos indicadores de aprendizagem. Contudo, outras empresas fazem parte do setor, as quais, provavelmente utilizem com menor intensidade o conjunto das outras formas de aprendizagem que não aquelas que caracterizam esse padrão<sup>22</sup>.

Tabela 4: Setores Intensivos em Aprendizagem Interna e à Jusante: taxonomia Pavitt relacionada.

CNAE	Atividade Produtiva	Taxonomia Pavitt	CNAE	Atividade Produtiva	Taxonomia Pavitt
241	Químicos inorgânicos	Baseados em Ciência	316	Material elétrico para veículos	Fornecedor Especializado
243	Resinas, elastômeros, fibras, filamentos artificiais e sintéticos	Baseados em Ciência	318	Fabricação e reparação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Fornecedor Especializado
248	Tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins	Baseados em Ciência	321	Material eletrônico básico	Fornecedor Especializado
249	Produtos e preparados químicos diversos	Baseados em Ciência	359	Outros equipamentos de transporte	Fornecedor Especializado
284	Artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas manuais	Fornecedor Especializado	232	Produtos derivados do petróleo	Intensivo em Escala
291	Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	Fornecedor Especializado	297	Armas, munições e equipamentos militares	Intensivos em Escala
292	M&E de uso geral	Fornecedor Especializado	351	Construção e reparação de embarcações e veículos ferroviários	Intensivo em Escala
295	M&E de usos na extração mineral e construção	Fornecedor Especializado	353	Construção, montagem e reparação de aeronaves	Intensivo em Escala
295	Outras M&E de uso na extração mineral	Fornecedor Especializado	-	-	-

Fonte: Elaboração própria com base em Pavitt (1984) e Campos (2005)

## 5. Notas Conclusivas.

Ao encontrar-se certa correspondência teórica com os resultados de Pavitt (1984) na identificação dos 4 padrões setoriais de aprendizagem da indústria brasileira, a hipótese foi confirmada e ao mesmo tempo que o objetivo do trabalho foi alcançado.

Considera-se determinante para isso a utilização de método estatístico de ampla aceitação acadêmica, exatamente por sua capacidade de apontar padrões entre os casos (setores nesse trabalho) segundo o comportamento das variáveis (indicadores de aprendizagem para esse trabalho). Dessa forma, considera-se que as similaridades expressas nos resultados da aplicação da técnica aos três anos da PINTEC representam uma configuração confiável dos padrões indicados.

A partir da construção dos indicadores, que observou avanços teóricos recentes, os padrões de aprendizagem revelaram composição setorial muito semelhante a proposta na taxonomia Pavitt (1984). A seguinte correspondência entre os Padrões Identificados e a taxonomia Pavitt (1984) foi notada: a) Padrões: “Intensivos em Aprendizagem na Esfera Industrial” e setores “Intensivos em Escala”; b) “Aprendizagem à Montante” e os setores “dominados por fornecedores”; c) padrão “Intensivo em Múltiplas Formas de Aprendizagem” e setores “baseados em ciência” e Padrão

<sup>22</sup> As informações da PINTEC 2005, por exemplo, se referem as inovações de 27 empresas voltadas a construção e reparação de aeronaves e 47 empresas produtoras de derivados de Petróleo.

“Intensivo em Aprendizagem Interna e à Jusante” e os setores “fornecedores especializados”. A julgar pela equivalência entre as formas de aprendizagem indentificadas nos padrões e as fontes tecnológicas da taxonomia Pavitt (1984) pode-se dizer que, pelo menos no que se refere às formas de aprendizagem, essa taxonomia continua sendo referência teórica e analítica à pesquisas com foco em características dos padrões setoriais de inovação.

Ao respeitar o elemento analítico (ii) destacado por Malerba (1992) e apontado no referencial teórico, qual seja, o de que o aprendizado associa-se a diversas fontes internas e externas das firmas, o artigo avançou na compreensão da complexidade comportamental capaz de diferenciar as firmas, já apontada por Pavitt (1984), Malerba (1992) e Meeus. Et.all (1999) entre outros.

Uma importante interpretação dos resultados pode ser também derivada do elemento teórico (iii) apontado por Malerba (1992), seja, que “o aprendizado é cumulativo e, havendo diversas fontes de conhecimento, as formas de aprendizagem ampliam os estoques de conhecimentos das firmas de diferentes maneiras”. A presença de diferentes padrões setoriais de aprendizagem, caracterizados por certa regularidade intertemporal, sugerem, nessa direção, que o conjunto de conhecimentos tipicamente acumulados pelas firmas que compõe cada padrão é significativamente diferente<sup>23</sup> e que, portanto, podem estar associados a diferentes direções da mudança técnica.

Essa compreensão permite deduzir também que quanto maior a diversidade e intensidade das formas de aprendizagem utilizadas pelas firmas, maior suas possibilidades de diferenciação de seus concorrentes, uma vez que os conhecimentos são cumulativos. Essa diferenciação pode estar cristalizada na diversidade de direções da mudança tecnológica utilizadas pelas firmas. Em outras palavras, diversidade e intensidade dos processos de aprendizagem estão associados a diversidade de formas de inovar. Essa derivação *a priori* configura-se em um campo a ser explorado em análises futuras que respeitem os padrões de setoriais de aprendizagem aqui identificados.

Considerando a formação dos padrões baseadas em configurações de relações que se repetiram no tempo, surge adicionalmente uma importante derivação normativa, seja, da necessidade de observação pelos *policy makers* das diferenças nos processos de aprendizagem e inovação em muitas indústrias, sendo que, na maioria dos casos a aprendizagem se deriva muito menos dos tradicionais departamentos de P&D e da absorção de conhecimentos gerados nas universidades do que da absorção tecnológica via outras fontes. Adicionalmente, enfatizamos que, de maneira geral, houve intensidade nas formas tácitas de aprendizagem, exatamente aqueles que, teoricamente, possuem maiores dificuldades de difusão. Isso significa que a aprendizagem

---

<sup>23</sup> Pode-se claramente conceber que as formas de aprendizagem apresentadas por firmas de setores incluídos no padrão Intensivo em Aprendizagem à Montante, por exemplo, sugerem acúmulo de conhecimento em um sentido mais estrito do que em outros padrões. A direção da mudança tecnológica parece obedecer sistematicamente um foco, nesse caso, melhoramentos no processo produtivo, tipicamente estimulado nas interações com fornecedores, especialmente nos setores “dominados por fornecedores”.

tipicamente utilizada pelas firmas brasileiras se deriva do acúmulo de conhecimentos obtidos a partir das rotinas de produção das firmas e processos de busca não associados a conhecimentos codificados. O “saber como” e o “saber quem” são as formas de conhecimento que prevalecem e melhor explicam a difusão e o uso de conhecimentos entre as firmas nacionais. Essas formas ao se reproduzirem no tempo conformam as memórias organizacionais das firmas, definem suas trajetórias cumulativas do aprendizado e podem representar, por exemplo, empecilhos ao estabelecimento de departamentos formais de P&D, como poderia ser desejado pelos *policy makers*.

#### Referência bibliográfica

ARROW, K.J., “The economic implications of learning by doing”. *Review of Economic Studies*, 29, pp. 155-173, 1962.

BROWN, J.S. e DUGUI, P. “Organizational Learning and Communities of Practices: Toward a Unified View of Working, Learning and Innovation. *Organization Science*, vol 2, n 1. Special Issue: Organizational Learning: Papers in Honor of (and by) James G. March. London, (1991), pp.40-57

BRESCHI, B. & MALERBA, F. Sectoral innovation systems: technological regimes schumpeterian dynamics and spatial boundaries. *In* Edquist C. (ed.), 1997.

CAMPOS, B (2005) Aspectos da padronização setorial das inovações na indústria brasileira: uma análise multivariada a partir da Pintec 2000. Anais congresso da ANPEC, 2005

COHEN, W.M., LEVINTHAL, D. A. “Innovation and learning: the Two faces of R&D”. *The Economic Journal*, v. 99 (sept.), p. 569-596, 1989.

DYER, J.H., 1996. Specialized supplier networks as a source of competitive advantage: evidence from the auto industry. *Strategic Management Journal* 17 (4), 271–291

FORAY, D e COWAN, R. *The Economics of Codification and the Diffusion of Knowledge* Oxford University Press, 1997.

FORAY, D. e LUNDVALL, B.A. The knowledge based economy: from the economics of knowledge to the learning economy. *In: Employment and growth in the knowledge-based economy*. OCDE Documents, 1999.

GONSALVES, E.; SIMÕES, R. “Padrões de esforço tecnológico da indústria brasileira: uma análise setorial a partir de técnicas multivariadas”, *Economia – Revista da ANPEC*, v.6, n.2, p.391-433, 2005.

HRUSCHKA, E.R e EBECKEN, N.F.F. A clustering algorithm for extracting rules from supervised neural network models in data mining tasks. *Int. J. Comput. Syst. Signal* 1(1): 17-29 (2000)

HAIR, F.J.; et.al.: *Multivariate Data Analysis*, 5<sup>th</sup> Edition, 730p., Prentice Hall, New Jersey 1998

HEDBERG, B. How organizations learn and unlearn? *In: P.C. Nystrom & W.H. Starbuck (Eds.), Handbook of organizational design* (pp.8-27). London: Oxford University Press

- IBGE (2000). *Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica 2000*. Rio de Janeiro: IBGE
- IBGE (2003). *Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica 2003*. Rio de Janeiro: IBGE
- IBGE (2005). *Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica 2005*. Rio de Janeiro: IBGE
- JENSEN, M. B.; JOHNSON, B.; LORENZ, E.; LUNDVALL, B. A. Forms of knowledge and modes of innovation. *Research Policy*, n. 36, p. 680-693, 2007
- LEVIN (1988) . “Appropriability, R&D spending and technological progress”. *American Economic Review*, 78 (2), mayo, 424-428.
- LUNDVALL, B. A, Product Innovation and User–Producer Interaction. Industrial, Development Research Series, vol. 31. Aalborg University Press 1986.
- \_\_\_\_ National System of Innovation: towards a theory of innovations and interactive learning. London.:Printer Publishers, 1992.
- \_\_\_\_ The University in the Learning Economy. *DRUID Working Paper No 02-06*, 2002
- LUNDVALL, B.A., JOHNSON, ANDERSEN, E.S., DALUM, B. National systems of production, innovation and competence building. DRUID Conference, Aalborg, June 2001.
- KIM ,L.e NELSON, R. Introdução. In.:Tecnologia, Aprendizado e Inovação: as experiências das economias de industrialização recente” Editora Unicamp. Campinas 2005.
- MALERBA, F., “Learning by firms and incremental technological change” The Economic Journal.845-859 Jul. 1992.
- MALERBA, F., Sectoral system of innovation and production. Research Policy. CESPRI, Bocconi University n ° 7 p. 247-264, 2002
- MEEUS, M., OERLEMANS, L. & HAGE, J. “Sectoral Patterns of Interactive Learning” An empirical exploration using an extented resource based model. Working Paper 99.5 Eindhoven Centre for Innovation Studies, The Netherlands.
- MALERBA, F ORSENIGO L. Technological Regimes and Sectoral Patterns of Innovative Activities. *Industrial e Corporate Change*, 6 (1) 83-117, 1997.
- MASKEL, P.”Localised low-tech learning in the furniture industry. In DRUID workpaper. Copenhagen Business School: Copenhagen, Denmark. 1996.
- MUROVEC, N, e PRODAN, I. “Absorptive capacity, its determinants, and influence on innovation output: Cross-cultural validation of the structural model”. *Technovation* 29 (2009) 859–872. Ed.: Elsevier.
- NELSON, R.R, “The co-evolution of technology, industrial structure and supporting institutions. In: *Industrial and corporate change*. Oxford University Press, v.3, n.1, 1994.



NELSON, R R, "The Evolution of Comparative or Competitive Advantage: A Preliminary Report on a Study", *Industrial and Corporate Change*, Oxford University Press, vol. 5(2), pages 597-617, 1996.

PATEL, P., PAVITT, K. "Pattern of technological activity: their measurement and interpretation. In: *Handbook of the economics of innovation and technological change*. Cambridge: Blackwell, 1995.

PAVITT, K.: "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*, number 13 (6), pages 343-373, 1984

PAVITT, K.; ROBSON, M.; TOWSEND, J. "Technological accumulation, diversification and organization in the U.K. Companies, 1945-1983", *Management Science*, v.35, n.1, p.81-99, 1989.

POSSAS, M., PONDE, J. e FAGUNDES, J. Regulação da Concorrência nos Setores de Infraestrutura no Brasil: elementos introdutórios para um quadro conceitual. Relatório de Pesquisa/IPEA, 1997, 40 págs

SILVERBERG, G., DOSI, G. e ORSENIGO, L., "Innovation, diversity and diffusion: a self-organisation model" *The Economic Journal*. Printed in Great Britain, 1988.V

VIOTTI, E. B. National Learning Systems – A new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea *Technological Forecasting and Social Change*, No 69, pp. 653-680, 2002.

Von HIPPEL, E. Lead users: a source of novel product concepts. *Management Science* 32 (7), 791–805, 1986.