



**Modelo SENAI de Prospecção**

**Documento Metodológico**

# Sumário

Apresentação

Capítulo 1: Introdução

Capítulo 2: Prospecção Tecnológica

Capítulo 3: Prospecção Organizacional

Capítulo 4: Análise de Ocupações Emergentes

Capítulo 5: Análise de Tendências Ocupacionais

Capítulo 6: Estudos Comparados de Educação Profissional

Capítulo 7: Antena Temática

Capítulo 8: Principais produtos

## **Apresentação**

O Modelo Senai de Prospecção foi desenvolvido para auxiliar no planejamento tático e operacional da educação profissional. Para tanto, está estruturado para captar transformações no mercado de trabalho e no sistema de educação profissional.

O modelo visa identificar as transformações em curso no mercado de trabalho brasileiro e suas implicações no conteúdo cognitivo. Para isso, são desenvolvidas análises de impacto baseadas em quatro linhas de trabalho complementares: (i) prospecções tecnológicas, (ii) prospecções organizacionais, (iii) análise de ocupações emergentes e (iv) previsão da estrutura ocupacional. Tais análises permitem uma antecipação de mudanças tecnológicas e organizacionais assim como estimar, em um futuro próximo (até três anos), a variação na quantidade de empregos em cada ocupação. Cotejadas com estudos de sistemas de educação profissional de outros países, a antevisão dos impactos provenientes das transformações esperadas no mercado de trabalho brasileiro permitem identificar a necessidade de transformações no sistema de educação profissional.

Fruto do trabalho de cooperação do Senai com instituições acadêmicas, o presente documento constitui uma importante fonte de informações sobre como se pode trabalhar com percepções de futuro de diferentes especialistas e obter resultados concretos que sirvam de orientação para gestores, técnicos e docentes de instituições de formação profissional.

JMAM  
DG  
SENAI Departamento Nacional

# Capítulo 1: Introdução

O processo de mudança tecnológica na indústria coloca novos desafios para as instituições envolvidas com educação profissional e prestação serviços técnicos especializados. A difusão de novos equipamentos, processos e técnicas de organização da produção provocam profundas transformações no perfil de qualificações e no volume de mão de obra requerido pelo mercado de trabalho. Nos últimos anos, ocorreram significativas mudanças no nível e na estrutura ocupacional do emprego industrial no Brasil, reflexo de alterações no contexto econômico e tecnológico com que se defrontam as empresas. De um lado, a abertura da economia à concorrência internacional motivou a adoção de novas técnicas de logística e gestão, com conseqüências para o emprego industrial e o perfil do trabalhador industrial. Por outro lado, a introdução de novas tecnologias - em geral, "poupadoras" de trabalho - afetou o grau de absorção de trabalhadores na indústria.

Para cumprir com eficiência sua missão de principal formador de recursos humanos para a indústria brasileira, o Senai precisa encontrar formas consistentes de antecipar as mudanças qualitativas e quantitativas nas áreas que oferece cursos e serviços técnicos regulares. Além disso, precisa identificar novas áreas de atuação, de forma a se manter aderente com as demandas potenciais do setor industrial. Tal tarefa não é absolutamente trivial, pois o futuro é incerto e a difusão de novas tecnologias depende de uma série de fatores que são a priori imponderáveis. Entretanto, fugir ao desafio de prever a direção e o ritmo da difusão de novas tecnologias pode comprometer o resultado final. Afinal, a formação de um novo profissional pode demandar vários anos, desde o planejamento, capacitação do corpo docente e montagem de laboratórios até a efetiva incorporação dos discentes no mercado de trabalho. Além disso, a limitada capacidade de investimento do Senai exige decisões consistentes, que otimizem recursos e minimizem riscos de obsolescência profissional.

Ciente da importância do desafio e buscando basear seu planejamento nas melhores técnicas de previsão tecnológica disponíveis, o Departamento Nacional do Senai firmou convênios de cooperação com universidades, visando desenvolver estudos e metodologias apropriadas aos seus objetivos. Por seu caráter multidisciplinar, uma única instituição ou área do conhecimento não seria capaz de atender todos os aspectos da demanda. Assim participam deste projeto grupos especializados em indústria e tecnologia do Instituto de Economia da UFRJ, do Departamento de Economia da PUC-RJ, da Escola Politécnica da USP e da Universidade de Brasília. A escolha destas instituições foi pautada pelo critério de experiência e excelência acadêmica, pela necessidade de soluções de baixo custo, e pelo compromisso de transferência total dos conhecimentos e metodologias geradas no processo, de forma a capacitar e dar autonomia às escolas e departamentos regionais do Senai para realizar novos estudos de prospecção de forma independente.

A estreita colaboração entre as universidades e os especialistas do Senai tem sido um dos pilares do projeto. Entendemos que novas metodologias só serão efetivamente absorvidas e implementadas na instituição caso seus técnicos participem de sua concepção. Considerando a grande diversidade regional e setorial da atuação do SENAI, é necessário institucionalizar as ações de prospecção no âmbito dos departamentos regionais, dotando-os de flexibilidade e autonomia para atuar segundo as necessidades e padrões de especialização da indústria em cada Estado. Por outro lado, existe uma complementaridade entre a capacitação do Senai e das Universidades. Os técnicos da primeira instituição têm experiência prática, conhecem as empresas clientes, e atuam no dia-a-dia da solução de problemas, através da prestação de serviços técnicos e tecnológicos. Os acadêmicos, por sua vez, contribuem através das atividades de pesquisa, da revisão da literatura internacional e da incorporação de novas técnicas para complementar as capacitações necessárias. Para fugir ao risco do academicismo, foram montados comitês de especialistas setoriais com dirigentes do setor privado para participar de decisões críticas, a exemplo da seleção de tecnologias emergentes específicas a serem prospectadas. A junção destas competências vem se revelando crucial para a consistência e robustez do modelo adotado.

Outra preocupação do projeto tem sido à busca de resultados aplicáveis em curto prazo. O desenvolvimento de metodologias, manuais e cursos de capacitação vêm se pautando em resultados setoriais consolidados pelos primeiros casos analisados, dentro do princípio do “aprender fazendo” e do “aprender usando”. Buscamos um equilíbrio entre o rigor acadêmico e a praticidade do modelo, simplificando quando possível à complexidade dos modelos internacionais pesquisados. Dada a limitação de recursos e a necessidade de obter resultados concretos em curto prazo, adotamos um modelo híbrido onde prevalece a visão de especialistas e a noção do benefício-custo. Evitamos assim os modelos clássicos de prospecção, que são geralmente complexos, de alto custo e que geram resultados em prazos muito longos. Caso adotássemos um modelo tradicional de prospecção teríamos que recorrer a uma quantidade muito grande de especialistas setoriais a um custo que inviabilizaria o seu desenvolvimento. A simplificação do modelo, entretanto, não representa menor confiabilidade. Ao contrário, verificamos que os modelos clássicos são orientados para prospectar os avanços científicos, enquanto que focamos na difusão inovações já ocorridas na indústria mundial. Estamos interessados em saber, objetivamente, em quanto tempo e em que condições uma tecnologia recém introduzida em empresas líderes internacionais será adotada por uma parcela significativa da indústria brasileira. Esta é a informação fundamental que o Senai necessita para fundamentar suas ações futuras.

Os resultados estão sendo incorporados ao Modelo SENAI de Prospecção, tendo como objetivo a disponibilização de uma base de dados capaz de dar suporte a todas as unidades. Pretende-se estimular a cooperação e o

compartilhamento de informações entre as diversas unidades do Senai através do trabalho em rede com base em tecnologias da informação e da comunicação.

Fundamentalmente, o Modelo é constituído por um conjunto de metodologias que, uma vez aplicadas, conduzem à antecipação de demandas por qualificações, por meio da prospecção de tecnologias e de novas formas de organização e de análises de tendências de emprego. Trabalha-se, assim, com a perspectiva de utilização dos resultados do Modelo para a redução de riscos de investimentos em infra-estrutura (laboratórios, equipamentos, materiais e recursos didáticos, formação e aperfeiçoamento de docentes), para a implementação de novos cursos regulares de longa duração e para induzir a adoção, por parte das empresas industriais, das soluções tecnológicas prospectadas.

As metodologias adotadas são complementares e focam em aspectos particulares do projeto. O núcleo central do modelo é composto por estudos setoriais, identificação de tecnologias emergentes específicas e sua prospecção através de painéis Delphi, identificação de ocupações emergentes e análise de impactos ocupacionais. Tal processo é acompanhado dos seguintes procedimentos operacionais:

- Os estudos setoriais e os painéis Delphi são atividades passíveis de serem repetidas ao longo do tempo, com periodicidade variável de acordo com o setor. As prospecções resultantes são de abrangência nacional;
- As prospecções nacionais deverão ser seguidas de esforços de monitoramento da efetiva difusão das tecnologias, tendo em vista as distintas realidades regionais e sua relação com a dinâmica internacional.
- O monitoramento estadual deverá guardar representatividade nacional, de modo a compor a base de informações para o país e servir para pautar ações estaduais;
- A base de dados constituída pela repetição do núcleo central e do monitoramento ao longo do tempo, possibilitará, em um prazo de 5 a 8 anos (dependendo do setor), realizar outros tipos de prospecção.

Na etapa da experiência piloto, realizada em 2003, o desenvolvimento e teste das metodologias de análise de tendências e de prospecção tecnológica estiveram a cargo, respectivamente, da PUC-RJ e da UFRJ, e tiveram o apoio das escolas do Senai especializadas nos setores industriais selecionados. A partir de 2004 todo o trabalho de prospecção e de monitoramento passou a ser realizado por um conjunto de escolas do SENAI que atuam nos setores têxtil, petroquímica, máquinas e equipamentos e eletroeletrônica e telecomunicações, com acompanhamento das instituições acadêmicas. Ainda em 2004, foi iniciada a etapa de prospecção organizacional nos quatro setores mencionados sob responsabilidade da Escola Politécnica da USP, com o apoio das escolas do Senai.

As bases de dados geradas pelo projeto, assim como os cadastros de especialistas e empresas participantes do projeto, são administrados pelo Departamento Nacional de modo a assegurar o acesso compartilhado pelos Departamentos Regionais. Uma política de informação será definida conjuntamente pelo DN, DRs e Escolas de modo a promover a atualização e o acesso *on-line* às informações. As bases de dados versam sobre as diferentes tecnologias emergentes específicas e seus impactos em famílias ocupacionais e na educação profissional. Essas bases estarão interligadas e deverão estar associadas às redes de informantes de modo a assegurar qualidade e atualização permanentes.

Os resultados estarão sendo analisados em três “observatórios” – ocupacional, tecnológico e educacional – tendo em vista a consolidação e utilização das informações geradas nos processos de prospecção, tendências e monitoramento. Em síntese, o projeto envolve as seguintes etapas:

#### **a) Prospecção Tecnológica**

A metodologia de prospecção tecnológica tem como instrumentos técnicos a elaboração de estudos setoriais e a organização de painéis delphi. Os painéis se baseiam na montagem de listas de tecnologias e de princípios organizacionais que são submetidos a um grupo de especialistas (formadores de opinião em suas respectivas áreas de atuação), visando obter, através de duas rodadas, percepções coletivas sobre estimativas de probabilidade de difusão de novas tecnologias de produto, processo e organização da produção.

O estudo setorial, além de analisar o desempenho recente, a capacidade de investimento das empresas e as trajetórias tecnológicas mais relevantes dos setores estudados, fornece elementos para se examinar de forma crítica os resultados oriundos dos painéis Delphi.

#### **b) Prospecção Organizacional**

Esta etapa foca os impactos ocupacionais prováveis no futuro próximo (de cinco a dez anos) tendo em vista as profundas mudanças que estão ocorrendo nas formas de organizar o trabalho. A metodologia de prospecção de novas formas de organização do trabalho compreende seis atividades: (i) Desenvolvimento do quadro analítico; (ii) Avaliação por um painel de especialistas; (iii) Revisão dos estudos setoriais; (iv) Desenvolvimento de estudos prospectivos; (v) Montagem e realização de pesquisas de campo; (vi) Integração dos resultados, grupos focados e elaboração do relatório final.

#### **c) Análise de Ocupações Emergentes**

A Análise de Ocupações Emergentes tem como objetivo identificar mudanças ocupacionais nos setores elencados para a prospecção, a partir de dados de

outros países. Compreende a identificação de ocupações de um setor e de mudanças relacionadas a estas ocupações através de uma comparação entre dados dos países estudados, de suas classificações ocupacionais e da CBO (Classificação Brasileira de Ocupações).

#### **d) Análise de Tendências Ocupacionais**

O Modelo SENAI de Prospecção inclui uma Análise de Tendências Ocupacionais, com base em duas metodologias de estimativa da evolução da demanda por mão de obra e por ocupações na indústria brasileira. A primeira consiste no modelo de estimação da demanda por mão-de-obra para os diversos setores da indústria brasileira (e por ocupações dentro dos setores selecionados para a prospecção), com base na matriz insumo-produto. Ela permite estimar a demanda por mão-de-obra para os anos em que ocorreram variações da produção. A segunda metodologia consiste no modelo de identificação de ocupações dinâmicas nos setores estudados. Tal metodologia propõe critérios de identificação de ocupações que mais apresentaram geração de novos empregos líquidos no passado recente.

#### **e) Estudos Comparados de Educação Profissional**

Os Estudos Comparados de Educação Profissional tem por objetivo identificar mudanças na oferta de educação profissional em países selecionados, para setores industriais específicos.

#### **f) Antena Temática**

Os resultados obtidos são levados para uma Antena Temática, cujo objetivo é analisar impactos ocupacionais, educacionais e em serviços técnicos e tecnológicos, oriundos das prospecções tecnológica e organizacional, da análise de ocupações emergentes, da análise de tendências ocupacionais e dos resultados dos estudos de educação comparada. A Antena Temática é divulgada através de uma publicação denominada EM TEMPO que relata as análises e as principais conclusões dos debates ocorridos no evento.

O quadro abaixo sumariza as etapas, ações, objetivos e resultados do Modelo.

**Quadro 1: Modelo SENAI de Prospecção**

Projetos	Ações	Objetivos	Produtos
Observatório Tecnológico	Prospecção Tecnológica	Realizar a prospecção de tecnologias emergentes específicas a setores industriais para um período de 5 a 10 anos.	Série Estudos Setoriais Lista de Tecnologias Emergentes Específicas
	Prospecção Organizacional	Realizar a prospecção de Novas Formas de Organização do Trabalho para setores industriais para um período de 10 anos.	Lista de Novas Formas de Organização do Trabalho
Observatório Ocupacional	Análise de Ocupações Emergentes	Identificar ocupações e funções que estão emergindo em outros países.	Série Ocupações Emergentes
	Análise de Tendências Ocupacionais	Identificar, no Brasil, a taxa de crescimento de ocupações selecionadas, em setores industriais específicos.	Série Análise de Tendências Ocupacionais
	Questões Ocupacionais	Realizar estudos sobre temas ocupacionais que trazem impactos para a educação profissional e geram conteúdos para informação ocupacional.	Série Estudos Ocupacionais Série Monografias Ocupacionais
Observatório Educacional	Educação Profissional Comparada	Identificar mudanças na oferta de educação profissional em países selecionados, para setores industriais específicos.	Série Sistemas de Educação Profissional Comparados
Consolidação de Impactos	Antena Temática	Analisar impactos ocupacionais, educacionais e em Serviços Técnicos e Tecnológicos (STT).	Série EM TEMPO
Utilização de Resultados	Sistema de Informações Ocupacionais (SINO)	Gerar informações ocupacionais para gerentes de RH	Sítio Profissões Industriais
		Gerar informações ocupacionais para jovens	Sítio Almanaque
		Gerar informações ocupacionais para o público em geral	Sítio Perspectivas Ocupacionais
		Gerar informações ocupacionais para técnicos e docentes do SENAI	Sítio Repertório Ocupacional
		Gerar informações ocupacionais para trabalhadores empregados e desempregados	Sítio Sentinela Ocupacional

## Capítulo 2 – Prospecção Tecnológica

A prospecção tecnológica pode ser definida como um meio sistemático de mapear desenvolvimentos científicos e tecnológicos futuros capazes de influenciar de forma significativa uma indústria, a economia ou a sociedade como um todo. Diferentemente das atividades de previsão clássica, que se dedicam a antecipar um futuro suposto como único, os exercícios de prospecção são construídos a partir da premissa de que são vários os futuros possíveis. Esses são tipicamente os casos em que as ações presentes alteram o futuro, como ocorre com a inovação tecnológica. Avanços tecnológicos futuros dependem de modo complexo e imprevisível de decisões alocativas tomadas no presente por um conjunto relativamente grande de agentes não colusivos. Os exercícios de prospecção funcionam como meio de atingir dois objetivos: O primeiro é preparar os atores na indústria para aproveitar ou enfrentar oportunidades ou ameaças futuras. O segundo objetivo é desencadear um processo de construção de um futuro desejável. A seguir detalharemos o Modelo Senai de Prospecção Tecnológica partindo das definições necessárias para sua compreensão, passando pelos conteúdos dos estudos setoriais até a revisão metodologia Delphi aplicada.

### 2.1 – Invenção, Inovação e Difusão.

O sucesso na introdução de novas tecnologias depende fundamentalmente da capacidade das empresas absorverem eficientemente novos equipamentos, sistemas e processos produtivos. Isso inclui a incorporação de novas rotinas, procedimentos e informações técnicas que, para serem efetivamente adotadas, dependem da capacidade dos recursos humanos de transformar informação em conhecimento. Assim, a difusão de novas tecnologias está diretamente associada ao desenvolvimento de novas capacidades cognitivas para solucionar problemas na introdução, otimização e adaptação de tecnologias específicas ao seu ambiente de trabalho. É justamente nesta etapa da difusão que reside a ação do Senai, que além de atuar na qualificação profissional, contribui através da prestação de serviços técnicos para reforçar a capacidade sistêmica de absorção de novas tecnologias. A trajetória das mudanças tecnológicas, desde a criação de um protótipo até sua ampla utilização no mercado, é geralmente dividida em três fases:

- Invenção: Idéia, descoberta, protótipo, patente, planta piloto, etc. ainda sem aplicação comercial.
- Inovação: Ocorre com a aplicação de uma invenção em atividades práticas
- Difusão: Processo pelo qual o mercado adota a inovação.

Quando ocorre uma inovação, ou seja, quando uma invenção é efetivamente introduzida no mercado, seus efeitos sobre a necessidade de novos conhecimentos e aptidões é geralmente limitado à empresa inovadora. Nesta fase ainda não há uma padronização de equipamentos e processos e as escalas de produção são tipicamente reduzidas, prescindindo a necessidade de qualificação de um volume significativo de recursos humanos. A demanda por novas qualificações profissionais na indústria surge quando uma tecnologia se mostra bem sucedida, ganha novas aplicações e se difunde para outras empresas. Na fase de difusão, a preocupação

dos empresários passa a residir na capacidade de absorvê-la eficientemente, articulando os aspectos físicos e não físicos das tecnologias. Cabe lembrar que o processo de difusão realimenta a inovação, através dos processos de aperfeiçoamento e aprendizado através do uso e da interação com fornecedores e clientes.

## 2.2 – A Dinâmica da Difusão

A dinâmica da difusão pode ser entendida como a trajetória de desenvolvimento de uma tecnologia no mercado, com foco nas características da tecnologia e nos demais elementos que condicionam seu ritmo e direção. Os estudos de difusão, entretanto, não podem se limitar ao monitoramento da introdução de “hardware” (bens físicos, máquinas, equipamentos, componentes, etc). O sucesso na introdução de novas tecnologias depende diretamente da forma como as empresas equacionam os elementos do tipo “soft”, a exemplo da aplicação e uso das informações codificadas, implementação de mudanças organizacionais e re-treinamento dos recursos humanos. O processo de monitoramento da difusão comporta quatro fases:

- *Direção Tecnológica*

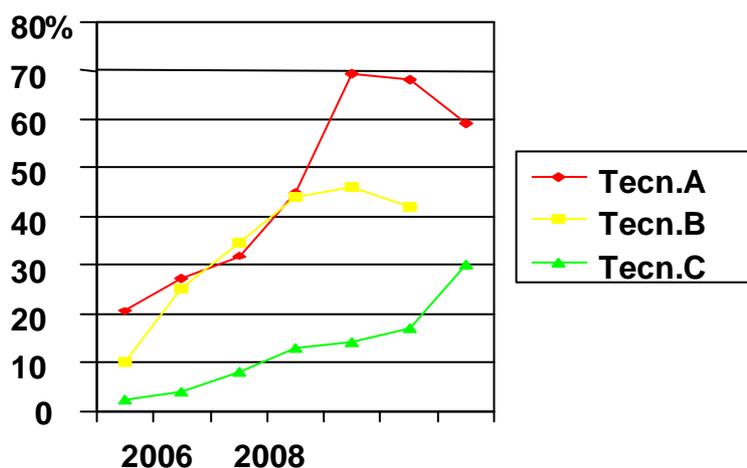
Na fase de inovação vários padrões diferentes competem entre si, enquanto que as aplicações são incipientes e não estão ainda efetivamente testadas no mercado. Exemplos de “guerra de padrões” são encontrados em várias indústrias e é preciso inicialmente analisar quais inovações radicais e incrementais podem ser difundidas a curto, médio e longo prazo. Para isso é necessário, inicialmente, avaliar quais são as tendências ou rotas tecnológicas dominantes. A metodologia empregada inclui fontes primárias e secundárias. As secundárias se baseiam na revisão da literatura técnica e científica especializada, dos estudos de prospecção tecnológica existentes, de revistas técnicas e na consulta a arquivos e *sítes* de associações técnicas e científicas. Já as informações primárias são geralmente obtidas através da consulta a dirigentes de empresas, associações de classe, pesquisadores e técnicos atuando no setor.

- *Ritmo de Difusão*

A estimativa da velocidade que uma nova tecnologia será difundida, ou seja, o tempo necessário para alcançar parcelas significativas de usuários, é um dos aspectos centrais dos exercícios de previsão tecnológica. O ritmo da difusão deverá determinar o mercado potencial, assim como balizar os esforços de treinamento dos recursos humanos. A figura abaixo projeta, de forma hipotética, o tempo necessário para três tecnologias atingirem determinados percentuais de difusão entre seus usuários potenciais.

Para avaliar o ritmo de difusão, é necessário avaliar em que setores ou segmentos da indústria ela será mais usada. As novas tecnologias podem ter uma aplicação restrita ou abrangente na indústria. Podem ser orientadas para uma determinada etapa da cadeia produtiva ou serem genéricas ou horizontais. Da mesma forma, a influência das economias de escala e escopo devem ser avaliadas. Em alguns casos, devido a tais economias, a difusão será limitada a grandes empresas, cujo

volume de operações justificam a adoção de tecnologias e equipamentos de maior porte. Outra diferença pode estar relacionada ao tipo de mercado visado pela empresa. Em muitos casos, empresas voltadas para o mercado externo têm maiores demandas tecnológicas e, portanto tendem a adotar mais rapidamente novas tecnologias. A figura abaixo mostra, de formas estilizadas, curvas de difusão hipotéticas para três tecnologias. As curvas têm a forma clássica de um “S”, alternado períodos de introdução, crescimento, maturação e declínio.



- *Fatores Condicionantes*

A difusão de novas tecnologias depende de vários fatores, que atuam tanto de forma positiva quanto negativa. Tais fatores podem ser divididos em técnicos, econômicos e institucionais, embora muitos destes aspectos estejam relacionados entre si.

Do ponto de vista técnico, o ritmo de difusão é condicionado pelo grau pelo qual uma inovação é percebida como difícil de ser entendida e usada. Quanto mais complexa, maiores serão os investimentos na qualificação de recursos humanos e maiores a necessidade de externalidades positivas. Por exemplo, para que uma tecnologia considerada complexa se difunda, é necessário contar com a disponibilidade de serviços locais de manutenção e treinamento e solução de problemas, o que dificulta a difusão em regiões menos desenvolvidas industrialmente. Tecnologias muito inovadoras podem criar impasses no processo decisório, devido à insuficiência de informações, incertezas e riscos do pioneirismo. Da mesma forma, muita variedade de alternativas tecnológicas torna difícil a comparação entre elas. Geralmente a difusão depende de um processo de co-evolução entre um conjunto relacionado de inovações. Ou seja, para que determinados produtos e serviços se difundam no mercado é preciso que outras inovações estejam disponíveis. A co-evolução é especialmente relevante em indústrias de rede, a exemplo das telecomunicações, onde a introdução de um novo equipamento ou tecnologia depende da possibilidade de interconectá-la às diversas partes e componentes de um determinado sistema conforme as aplicações requeridas pelos usuários.

A consolidação de determinados padrões tecnológicos é um condicionante técnico muito importante para a difusão. Os padrões podem ser resultado do sucesso comercial de um determinado protocolo ou conjunto de regras de interrelacionalidade técnica (conhecidos na literatura como “padrões de fato”) ou estabelecidos de comum acordo por governos, associações de empresas ou organismos multilaterais. Algumas inovações aumentam seu valor à medida que mais empresas os usam. O “feedback positivo” aumenta os efeitos de pequenas mudanças produzindo retornos crescentes aos usuários. Quanto mais uma tecnologia é adotada mais ela é utilizada, mais se aprende sobre ela e mais ela é desenvolvida e melhorada. Na medida que uma tecnologia se difunde, um conjunto de outras sub-tecnologias são desenvolvidas para apoiá-la.

Do ponto de vista econômico, a o ritmo de difusão depende dos custos de aquisição e implantação da nova tecnologia assim como das expectativas de retorno do investimento. Os custos de manutenção, possibilidade de aproveitamento de investimentos já realizados em equipamentos (*vintage capital*) e em sistemas legados são importantes nesta avaliação. As estratégias competitivas das empresas também influem. Empresas inovadoras geralmente são pioneiras, devido a sua tendência de explorar oportunidades tecnológicas. Outras empresas são mais conservadoras em sua decisão de inovar, preferindo esperar os resultados dos inovadores para decidir imitar ou não. A avaliação dos custos deve incluir os riscos do usuário tornar-se dependente ou aprisionado a um determinado fornecedor, fato que aumenta significativamente os custos de transação.

Por fim, os fatores institucionais estão associados a disponibilidade de financiamentos a longo prazo, aos incentivos fiscais, ao clima favorável ao investimento no país, aos acordos internacionais de comércio e investimento, a existência de capital humano e instituições de apoio, recursos conhecidos na literatura especializada como “sistema nacional ou local de inovações”. Dependendo do setor ou da tecnologia, os fatores institucionais que condicionam a difusão de novas tecnologias podem incluir o marco regulatório e o regime jurídico do setor ou do país como um todo.

- *Impactos*

A avaliação dos impactos depende dos objetivos de cada projeto. No caso do SENAI, os impactos relevantes da introdução das novas tecnologias estão associados ao volume quantitativo de emprego, ao conteúdo do trabalho e as necessidades de qualificação profissional.

O volume de emprego gerado ou eliminado depende tanto da natureza do processo quanto das mudanças organizacionais necessárias para sua implantação. A adoção de novas tecnologias pode ter grande impacto na estrutura organizacional das empresas e a decisão de investir é condicionada pela flexibilidade organizacional das plantas.

## 2.3 – Condicionantes Setoriais

A forma como uma tecnologia se difunde e se integra ao sistema produtivo depende diretamente das características dos diferentes setores. A natureza dos produtos e processos, a trajetória das inovações, os fatores determinantes da dinâmica setorial, a escala típica e a intensidade do conhecimento incorporado constituem elementos diferenciados em setores ou conjunto de setores que precisam ser analisados para balizar exercícios de prospecção tecnológica. Os setores também apresentam características econômicas que influenciam a dinâmica de difusão tecnológica, a exemplo da intensidade da competição, concentração da produção, barreiras à entrada, abertura a competição internacional e regime de regulação. A dimensão setorial constitui, portanto, um instrumento essencial para entender o ambiente estrutural e sistêmico no qual as firmas estão inseridas.

Os setores podem ser agrupados segundo suas características técnicas e econômicas. Para os objetivos de nosso modelo de prospecção, recorreremos a taxonomia proposta pelo Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira (Ferraz, Kupfer e Haguenauer, 1996) que propõe uma divisão da indústria manufatureira em quatro segmentos, agrupados segundo o padrão de concorrência típico. As características do processo competitivo em cada um destes conjuntos de setores influenciam o processo de difusão tecnológica de diferentes formas. A natureza do produto e do padrão de competição em cada setor influencia diretamente o tipo e a trajetória das inovações. Assim, o estudo poderá atribuir maior ênfase a inovações de produto, de processo ou na gestão da produção, dependendo do setor analisado.

- *Setores Produtores de Commodities*

As *commodities*, a exemplo dos produtos químicos, siderúrgicos e da celulose, são produzidas através de fluxos contínuos em processos produtivos altamente integrados. Nestes setores observa-se elevada participação no mercado por um número limitado de empresas, uma estrutura industrial descrita na literatura econômica como oligopólio homogêneo. As plantas são intensivas em capital e operam em grande escala. Neste contexto, o investimento inicial condiciona as estratégias tecnológicas subsequentes, pois os “custos afundados”, são geralmente amortizados em longos períodos de tempo. A difusão de novas tecnologias depende da complementaridade e compatibilidade com o processo de produção específico adotado. A difusão resulta de um processo de co-evolução entre um conjunto relacionado de inovações e, para que determinados equipamentos e processos sejam absorvidos, é necessário que sejam compatíveis com os padrões definidos inicialmente e da possibilidade de serem interconectados as diversas partes e componentes do sistema. Nas indústrias de fluxo contínuo, há, portanto uma forte dependência da trajetória passada, pois a difusão de novas tecnologias depende de decisões técnicas pregressas que aprisionam as empresas a determinados padrões.

Na medida que as *commodities* são produtos pouco diferenciados, os preços têm um papel importante na competição. As inovações têm um viés de redução de custos, através da busca da otimização dos processos. Os produtos devem atender a especificações determinadas por padrões técnicos ou ambientais e pelas exigências dos processos produtivos dos clientes. Assim, ganha relevância na trajetória

tecnológica das empresas a gestão da qualidade total e a redução dos impactos ambientais. Apesar de serem produtos considerados homogêneos, observam-se em setores produtores de commodities esforços de diferenciação através do desenvolvimento de produtos de maior valor agregado. Os setores produtores de commodities não se limitam ao uso de tecnologias externas, pois recorrem freqüentemente a fontes internas de tecnologia para solucionar problemas inerentes a planta instalada.

- *Setores Tradicionais*

As indústrias definidas como “tradicionais” são bastante heterogêneas, dada a intensa segmentação de mercados em termos de níveis de renda dos consumidores. Segundo Ferraz et al (1996) a variedade de produtos e de procedimentos produtivos está associada à igual variedade na demanda. Nesse contexto, o grau de importância para a competitividade de atributos dos produtos como preço, marca e adequação ao uso irá variar de acordo com a renda. Quanto maior for a renda, menor o peso relativo do atributo preço e maior a importância dos atributos adequação ao uso e as especificações da clientela. Assim, nos setores tradicionais coexistem processos produtivos e níveis tecnológicos diferenciados, segundo a escala produtiva e variedade de produtos.

Do ponto de vista da difusão de novas tecnologias, o setor caracteriza-se como usuário de inovações incorporadas em equipamentos e insumos críticos. Na maioria dos segmentos não há necessariamente um sistema integrado de produção. Na indústria têxtil, por exemplo, é comum um novo tear automatizado operar ao lado de equipamentos mais antigos na fabricação de um mesmo produto. Na maioria dos setores classificados de tradicionais não há um esforço próprio de pesquisa e desenvolvimento, embora possam ocorrer inovações em design e adaptações às necessidades e poder de compra dos consumidores. Para efeito de estudos de difusão, há maior facilidade de monitorar e analisar os impactos, na medida que a tecnologia geralmente é incorporada em novos equipamentos.

- *Setores Produtores de Bens Duráveis e seus Fornecedores*

As empresas inseridas nestes setores geralmente são de médio e grande porte e são inovadoras em várias áreas da atividade empresarial, incluindo novos produtos, processos, desenvolvimento de novos mercados, uso de novas matérias primas, inovações logísticas e organizacionais. Os setores automobilísticos e de bens eletrônicos de consumo, por exemplo, são pioneiros na introdução de inovações que mais tarde se difundem para outros segmentos da indústria manufatureira. A competição nestes setores é global e muito acirrada, exigindo uma constante renovação de produtos e incorporação de maior conteúdo tecnológico. Segundo Ferraz et al (1996) os produtores competitivos são aqueles capazes de diferenciar produtos e comandar a produção e montagem em grandes volumes de uma ampla gama de componentes. Isso requer o aumento das economias de escala e escopo e a difusão de técnicas para redução de custos e aumento da conformidade dos produtos e insumos às normas vigentes.

As empresas líderes nestes setores são pioneiras na introdução de modos de produção enxuta, em substituição dos modelos fordistas tradicionais. Tal produção

requer a incorporação de equipamentos flexíveis de base microeletrônica, organização da produção em células, automação da produção e uso intensivo de técnicas organizacionais orientadas à melhoria contínua dos processos produtivos. Tais mudanças geralmente requerem a requalificação da força de trabalho, de forma a capacitá-la para absorver novas técnicas e operar em ambientes mais flexíveis e polivalentes. Em função da elevada relação entre os custos dos componentes e o valor da produção, as indústrias de montagem tendem a desverticalizar e formar redes de empresas.

- *Setores Difusores do Progresso Técnico*

Os setores difusores do progresso técnico têm em comum o fato de suprirem tecnologia para os demais setores industriais através de máquinas, equipamentos e insumos estratégicos. Exemplos típicos são as indústrias de bens de capital, de especialidades químicas e de equipamentos e componentes para informática e telecomunicações. Tais setores são muito heterogêneos pela existência de intensa segmentação tecnológica dos mercados. Cada empresa está em concorrência direta com poucas outras, devido à especificidade das aplicações. O grau de endogenização dos esforços tecnológico é maior, tipicamente em centros próprios de P&D, destinados ao desenvolvimento de novos produtos. Em muitos casos as escalas de produção são em lotes pequenos, tornando a tecnologia de processo um aspecto menos importante (exceto em qualidade).

Para efeito da análise dos impactos da difusão da tecnologia sobre a qualificação do trabalho, entretanto, é importante observar o processo de incorporação destas tecnologias em setores usuários. Por exemplo, uma nova máquina-ferramenta pode ser fabricada utilizando processos relativamente simples, mas seu impacto nos setores usuário pode não ser trivial. A operação dos novos equipamentos nos setores que incorporam as novas tecnologias freqüentemente altera processos produtivos e demandam a requalificação da força de trabalho.

A definição de um elenco de tecnologias a serem prospectadas requer, portanto uma visão previa das características do setor e suas principais rotas tecnológicas. Algumas tecnologias têm aplicação multisetorial, exigindo uma visão mais ampla do processo de difusão. Em alguns casos pode ser necessária a visão da cadeia produtiva do setor, segundo a intensidade tecnológica e sua segmentação prática.

## **2.4 Avaliação do dinamismo econômico dos setores e segmentos**

Do ponto de vista econômico, é necessário avaliar o dinamismo setorial e suas perspectivas de investimentos em seus diferentes segmentos. A incorporação de novas tecnologias está diretamente associada ao dinamismo setorial. Os investimentos em novas tecnologias são geralmente realizados em fases de expansão do mercado, quando a capacidade instalada se mostra insuficiente para atender a demanda projetada. Alguns setores, principalmente os dominados pela escala, são caracterizados por “custos afundados” e as inovações são incorporadas quando há necessidade de introduzir uma nova planta, ou linha de produtos. As oportunidades de crescimento podem ser verificadas através das seguintes análises:

- Crescimento recente nos diferentes segmentos que compõe o setor, através da análise da evolução da oferta e demanda, exportações e importações.
- Estrutura da indústria. Identificação das principais empresas, da concentração do mercado e do seu grau de abertura. Uma estrutura muito pulverizada pode retardar as inovações, enquanto que setores mais concentrados geralmente apresentam economias de escala e escopo que viabilizam inovações. Uma orientação para o mercado externo também é indicação da necessidade de inovação, pois o segmento se defronta com mercados mais exigentes em termos de produtos e qualidade.
- Evolução do número de trabalhadores na indústria. O número absoluto de trabalhadores no segmento ou setor é um dado relevante para os propósitos do modelo, pois mostra a abrangência da demanda por formação profissional.
- Investimentos programados. A partir de informações setoriais (geralmente anunciadas na imprensa especializada), pode-se verificar a existência de planos de expansão, entrada de novos competidores no mercado.

Em setores difusores de tecnologia, o dinamismo do mercado pode ser avaliado pelo potencial de crescimento dos setores usuários. Havendo possibilidades de expansão de seus respectivos mercados, seja pelo crescimento econômico do país, pela alta elasticidade-renda, ou pelo crescimento das exportações (ou substituição das importações), impactos ocupacionais relevantes podem ocorrer.

## **2.5 - Identificação das Tendências ou Trajetórias Tecnológicas e Fatores Determinantes de Difusão em cada Setor**

Consideradas as características estruturais de um setor, é possível delimitar áreas críticas de desenvolvimento tecnológico, de forma a iniciar a seleção de tecnologias cujo processo de difusão deverá ser monitorado. Não existe um roteiro único, na medida que cada conjunto de setores apresenta certas peculiaridades. Mas os seguintes passos são necessários para tornar mais efetiva a análise.

- *Identificação de oportunidades tecnológicas (technology push)*, resultantes de inovações radicais como ocorre na microeletrônica, na nanotecnologia, e na biologia molecular. Por exemplo, a incorporação de comando numérico em máquinas ferramentas, de SDCD nas indústrias de processo ou de robôs na indústria automobilística são oriundos de oportunidades de aplicação de tecnologias chaves como a microeletrônica, software e a mecatrônica.
- *Identificação de pressões da demanda (demand pull)*, derivadas de novas exigências do mercado por novos produtos e serviços. Tais pressões ocorrem quando empresas inovadoras estabelecem novas trajetórias de inovações que caem nos gostos dos consumidores. Em outros casos, a demanda se posiciona em favor de certas inovações, seja por modismo ou pela demanda dos clientes por soluções inovadoras para determinados problemas.
- *Avaliação da complexidade tecnológica*, ou seja, o grau pelo qual uma inovação é percebida como difícil de ser entendida e usada também

condiciona o processo de difusão. Tecnologias muito inovadoras podem criar impasses no processo decisório, devido à insuficiência de informações, incertezas e riscos do pioneirismo. Da mesma forma, muita variedade de alternativas tecnológicas torna difícil a comparação entre elas. Muitas inovações requerem tecnologias complementares para se viabilizar, especialmente em processos sistêmicos, aumentando os custos dos investimentos. A complexidade da tecnologia pode ser observada no descompasso entre o ritmo de introdução da inovação, no lado da oferta, e o ritmo do processo de aprendizado e acumulação de conhecimentos do lado da demanda. O aprendizado é um processo cumulativo e a experiência passada pode tanto facilitar como dificultar o processo de acumulação de uma determinada tecnologia na empresa.

- *Natureza dos conhecimentos.* Os conhecimentos codificados ou explícitos podem ser absorvidos através de linguagem formal, sendo assim facilmente transmitidos entre os indivíduos de uma organização através de cursos, manuais e consulta a banco de dados. Já os conhecimentos tácitos envolvem fatores intangíveis como visões pessoais, expectativas e sistemas de valores, aspectos dificilmente transmissíveis através de linguagem formal. Assim, as tecnologias codificadas são de mais fácil difusão. A absorção de tecnologias tácitas depende da contratação de técnicos e trabalhadores experientes que podem executar tarefas sem necessariamente descrevê-las formalmente. A experiência é acumulada através dos processos de “aprender-fazendo”, apoiados no registro sistemático de problemas e das soluções adotadas. O Controle Estatístico dos Processos (CEP) constitui um exemplo de ferramenta utilizada para codificar o conhecimento tácito visando promover o aperfeiçoamento contínuo.
- *Existência de fornecedores locais* capazes de adaptar novas tecnologias às necessidades dos clientes. O acesso a serviços especializados pode contribuir significativamente para o sucesso do processo de difusão. De forma inversa, o usuário pode contribuir para aperfeiçoar equipamentos e sistemas, através do processo de “aprender-usando”. O papel dos usuários em determinadas inovações está longe de ser passivo. Por exemplo, o sucesso de um novo software depende de seu teste em situações reais, onde os usuários detectam problemas e orientam os projetistas para o aperfeiçoamento do produto.
- *Capacidade tecnológica da empresa ou setor* para avaliar e incorporar diferentes componentes tecnológicos. Tal capacitação pode evitar o aprisionamento, ou seja, os riscos do usuário tornar-se dependente de um determinado fornecedor. Mesmo em indústrias tradicionais, a capacidade de selecionar tecnologias e negociá-las de forma a evitar um excessivo aprisionamento representa um importante ativo para a difusão tecnológica. A introdução de uma inovação em uma empresa não acontece no vácuo. Existe uma estrutura operacional e gerencial implantadas, assim como rotinas, procedimentos e uma subjacente cultura organizacional. Quando uma empresa decide inovar, está em maior ou menor grau, tomando uma decisão organizacional e assumindo os riscos de mudança. O impacto é diferenciado segundo a natureza da inovação e as características do ambiente interno em

que é incorporada. A flexibilidade organizacional, assim como a capacidade cognitiva para absorver novos conhecimentos, constitui elementos críticos para a difusão de novas tecnologias.

## **2.6 Metodologias de Prospecção**

### **2.6.1 - Abordagens Metodológicas da Prospecção Tecnológica**

No plano lógico, a literatura consagra três abordagens para o problema de prospectar o futuro. A primeira delas e, também, a mais convencional, é a abordagem baseada em inferência. Nesse caso, entende-se que o futuro tende a reproduzir, em alguma medida, os fenômenos já ocorridos, não implicando em rupturas ou descontinuidades nas trajetórias evolutivas dos objetos analisados. A inferência pode ser realizada por “extrapolação de tendências”, baseada tanto em modelos teóricos ou empíricos da realidade quanto em construção por analogia dos antecedentes históricos do problema.

Uma segunda abordagem lógica para a prospecção do futuro é a geração sistemática de trajetórias alternativas. Nesse caso, o futuro é projetado por meio da construção de cenários em um processo de contraposição de determinadas variáveis.

Uma terceira abordagem lógica é a construção do futuro por consenso, baseada em intuição ou cognição coletiva. Nesse caso, o futuro é construído a partir de visões subjetivas de especialistas ou outros grupos de indivíduos dotados de capacidade de reflexão sobre os objetos do exercício de prospecção.

Esses planos lógicos se desdobram em uma grande variedade de metodologias de prospecção que, de modo geral, podem ser organizadas em três grupos principais:

- *Monitoramento (Assessment)* – consiste no acompanhamento da evolução dos fatos e na identificação dos fatores portadores de mudanças, realizados de forma sistemática e contínua.
- *Previsão (Forecasting)* – consiste na realização de projeções com base em informações históricas e modelagem de tendências
- *Visão (Foresight)* – consiste na antecipação de possibilidades futuras com base em interação não estruturada entre especialistas, cada um deles apoiados exclusivamente em seus conhecimentos e subjetividades.

Tanto o monitoramento quanto os exercícios de previsão são metodologia predominantemente quantitativas enquanto que o *foresight* é qualitativo. A “extração” de conhecimentos de especialistas (visão) pode ser feita de diferentes formas, conforme mostra o quadro abaixo:

## Quadro 2: Formação de Visão através da Consulta a Especialistas

Contato Interação	Remoto	Presencial
Indireta (Passiva)	Delphi Entrevistas	Seminários Debates
Direta (Ativa)	Listas de Internet Fóruns de discussão	Workshops Presenciais “Brainstorming”

Os exercícios de prospecção baseados em visão são extremamente úteis para organizar a percepção coletiva sobre eventos futuros incertos ou para os quais não se tem uma base teórica de análise. A visão pode ser considerada uma “prospecção intuitiva”.

A metodologia adotada no Modelo Senai de Prospecção para estimar a difusão de novas tecnologias é a técnica Delphi, considerada o mais proeminente dentre os métodos de prospecção baseados em consenso (Jones 1980). A escolha deste método se deve ao fato de não haver séries históricas de difusão de tecnologias disponíveis para realizar projeções quantitativas. Cabe ressaltar que, mesmo que existissem tais informações, a condição essencial para que as projeções quantitativas sejam úteis é a expectativa de que o futuro seja a sucessão natural do presente, isto é, quando não se esperam rupturas nas estruturas básicas que governam a sucessão dos fatos (Bijl 1992). Este não é necessariamente o caso das tecnologias emergentes que precisamos prospectar, que em muitos casos são inovações de caráter radical. Linstone and Turoff (1975) sugerem que o uso da técnica Delphi é recomendado quando:

- Não há técnica analítica que permita estruturar adequadamente o problema;
- O problema a ser analisado é excessivamente amplo ou complexo de modo que não há conceitos, linguagens ou formas de comunicação capazes de uniformizar o entendimento dos diversos especialistas sobre os temas envolvidos;
- Devido à amplitude ou complexidade do problema, o número de pessoas a serem envolvidas é excessivo para permitir formas diretas eficientes de interação entre elas;
- Existem restrições de tempo ou recursos que não permitem métodos estruturados de interação entre os envolvidos;
- Existem desacordos políticos ou ideológicos entre os envolvidos que impedem um processo de comunicação que não seja conflitivo e ineficiente;
- Existe excessiva heterogeneidade social, econômica ou cultural entre os envolvidos de sorte que não se consegue evitar dominação por parte de alguns grupos sobre os demais.

A técnica Delphi pode ser aplicada em uma grande diversidade de objetivos. Dentre esses, destacam-se (i) a definição de metas para uma determinada ação; (ii) identificação das variáveis-chave de um problema multivariável complexo; (iii) previsão da data em que um evento irá ocorrer com certa intensidade ou vice-versa, isto é, a intensidade com que um evento irá ocorrer em uma certa dada; e (iv) formulação de estratégias ou linhas de ação.

O princípio conceitual que orienta a realização de exercícios Delphi é o de buscar otimizar o processo de obtenção de opiniões de um grupo de especialistas minimizando os problemas causados por personalidades dominantes ou polarização excessiva do processo de interação, freqüentes em painéis presenciais. Assim, os exercícios Delphi devem respeitar quatro características principais:

- *Questionário estruturado*: O instrumento de coleta de informação deve consistir de um questionário montado de forma que todas as possíveis opções de resposta estejam pré-definidas.
- *Anonimato entre os respondentes*: os respondentes devem preencher o questionário com base apenas em sua visão pessoal, devendo ser evitadas qualquer forma de troca de opinião entre os participantes.
- *Iteração*: as respostas fornecidas devem ser agregadas gerando estatísticas que devem retornar para reavaliação dos respondentes tantas vezes quantas as requeridas para se atingir o nível de consenso desejado.
- *Feedback controlado*: os moderadores do exercício Delphi devem ser os únicos a conhecerem as respostas de forma individualizadas e deverão intervir no processamento sempre que necessário para favorecer a obtenção do consenso

Desde a sua criação, na década de 1950, a técnica Delphi incorporou um grande número de variantes em termos de procedimentos operacionais e aplicações. Woudenberg (1991) sugere que as variantes podem ser organizadas em três tipos de exercícios Delphi: (i) O *Delphi Convencional* voltado para estimar valores; (ii) o "*Policy Delphi*" voltado para gerar o espectro de visões diferentes; e (iii) o "Decision Delphi" orientado para tomada de decisão sobre temas conflitivos.

### **2.6.2 – A Operacionalização do Método Delphi**

O método Delphi envolve um conjunto de passos e procedimentos cuja adequação ao caso brasileiro foi testada e aperfeiçoada no Modelo Senai de Prospecção. O roteiro aqui apresentado representa uma sugestão que poderá eventualmente ser alterada para se adequar melhor a casos específicos. Verificamos ser necessário levar em conta os seguintes aspectos:

- O tempo mínimo para preparação e aplicação do método é de 30-45 dias.
- É necessário definir um grupo de trabalho e um comitê executor composto de especialistas para coordenar e executar o projeto.
- Os objetivos e metas do experimento precisam ser discutidos e definidos com nitidez e apresentados de forma explícita.
- Um cronograma de trabalho factível é fundamental para coordenar as diferentes etapas do exercício.
- O número de participantes potenciais, dependendo da natureza do experimento, é de 25 a 100 pessoas. As pessoas são definidas através de um perfil específico, são indicadas através do processo de co-nominação, e são previamente contatadas para verificar interesse e solicitar nomes adicionais (de preferência dois nomes).

- Preparar o questionário e o plano tabular em função dos objetivos e aspectos setoriais.

### **2.6.3 - Principais aplicações e problemas do Delphi**

O método Delphi pode ser aplicado sempre que se busca consenso de especialistas sobre um evento indeterminado. As aplicações práticas mais freqüentes são:

- Cenarização econômica e de mudanças sociais
- Desenvolvimento tecnológico
- Desenvolvimentos da medicina
- Processos regulatórios
- Necessidades sociais futuras
- Avaliação de orçamentos
- Soluções de conflitos / guerras
- Objetivos e metas de programas educacionais
- Planejamento de currículos
- Desenvolvimento de critérios de avaliação de alunos
- Medidas de custo-benefício de programas educacionais

Quanto aos problemas, podemos destacar:

- Painel de respondentes inadequado. O problema é como incluir somente especialistas qualificados, com visões globais do problema, colaborativos e disciplinados.
- Ausência de motivação
- Personalidades dominantes
- Captura dos participantes

### **2.6.4 - A Pesquisa Senai**

A pesquisa formatada pelo Modelo Senai de Prospecção tem por objetivo aplicar um instrumento de “VISÃO” para obtenção de percepções coletivas sobre probabilidades de difusão de tecnologias emergentes específicas de um determinado setor industrial pré-identificado. O método de prospecção foi baseado no conceito Delphi de busca de consenso em anonimato. O resultado esperado é a delimitação da trajetória de mudança tecnológica prevista para os setores-alvo da pesquisa de modo a subsidiar a avaliação de impactos sobre a demanda de qualificações do trabalho. Trata-se, portanto, de insumo para as atividades de planejamento e tomada de decisão do Senai com relação aos seus programas de treinamento e qualificação de trabalhadores e também das empresas com relação à definição de suas estratégias tecnológicas. Cabe observar que exercícios dessa natureza são especialmente adequados como suporte às pequenas e médias empresas que normalmente são carentes de recursos de planejamento em geral.

O instrumento de coleta de informação consiste de um questionário montado na forma de uma tabela na qual as linhas registram o elenco de tópicos descritivos das tecnologias emergentes a serem avaliados e as colunas contêm perguntas sobre o ritmo e a abrangência esperada da difusão.

Seguindo o conceito de busca de consenso estabelecido na metodologia “Delphi”, o questionário é aplicado a um painel fixo de especialistas em duas rodadas. Na primeira rodada os especialistas são solicitados a responder livremente as perguntas. Na segunda rodada, os respondentes recebem novamente o mesmo questionário junto com os resultados de um processamento estatístico simples (cálculo da média, mediana e desvio padrão) das respostas da primeira rodada para que possam reformular suas opiniões iniciais, caso considerem pertinente. O “Problema” colocado é identificar tecnologias com maior probabilidade de difusão no Brasil no horizonte de 5 a 10 anos

O conceito-chave da pesquisa é o de Tecnologia Emergente Específica. O qualificativo emergente denota tecnologias em desenvolvimento, em fase pré-comercial ou recentemente introduzidas no mercado, mas ainda pouco utilizadas (taxa de difusão inferior a 10%). Trata-se de uma relação de inovações que sejam tecnicamente factíveis de serem introduzidas em um horizonte temporal de médio prazo (5 a 10 anos). Não denota qualquer tipo de avaliação sobre a viabilidade econômica ou o potencial comercial da tecnologia. Já o qualificativo específica denota tecnologias de produtos, processos e sistemas periféricos desenvolvidas para o uso na indústria. Exclui tecnologias genéricas que sejam horizontais e indiferenciadas. Como exemplo de tecnologia emergente específica da indústria têxtil, temos a estamperia digital de alta velocidade (mais de 30 m<sup>2</sup> por hora) a base de impressoras jato de tinta.

O instrumento de coleta de informação utilizado consiste em um questionário montado na forma de tabela na qual as linhas registram o elenco de produtos, técnicas e equipamentos a serem avaliados e as colunas contem perguntas sobre o ritmo e a abrangência esperada da difusão, compreendendo:

- Grau de conhecimento do respondente sobre o tópico: para cada tópico o respondente deve assinalar em que profundidade conhece a tecnologia.
- Chance de viabilidade comercial: quando atingirá um-terço e dois-terços do universo potencial de adotantes.

O painel de respondentes é composto por cerca de 25 especialistas, escolhidos entre engenheiros (mecânicos, químicos, de produção, etc.), economistas, administradores, tecnólogos, pesquisadores e outros que sejam “pensadores” (tenham reflexão sobre a dinâmica tecnológica global) em suas respectivas áreas de atuação. Não é prevista a inclusão nos painéis de representantes de associações de classe patronais ou de trabalhadores ou de órgãos de governo, pois o que se pretende obter é a visão pessoal e não institucional dos participantes do experimento. Os resultados são processados através de uma planilha Microsoft Excel, produzindo um relatório de Tabela Dinâmica.

# Capítulo 3: Prospecção Organizacional

## 3.1 - Introdução

Há aproximadamente 30 anos atrás, o corpo de conhecimentos relativo a organização do trabalho começou a sofrer um profundo processo de revisões e transformações. O paradigma Taylorista/Fordista e o Modelo Burocrático de Organização entraram em xeque por não responderem mais às grandes questões, tanto no plano prático quanto no plano teórico-conceitual.

No plano prático, a emergência do Japão como uma nova potência industrial na década de 1970 veio a provocar mudanças na forma de pensar e organizar o trabalho a partir do início dos 1980 quando as subsidiárias de empresas japonesas instaladas nos EUA, organizando trabalhadores americanos a partir dos métodos e técnicas japonesas, mostraram ser muito mais produtivas do que as empresas locais. Efetivamente, as mudanças só começaram a ganhar escala uma década após.

No plano teórico-conceitual a temática deu uma guinada considerável. A polêmica capital versus trabalho teve, no livro “Trabalho e Capital Monopolista”, de Harry Braverman (1974), um divisor de águas. Esse livro consolida os debates da época e provoca a abertura de novas frentes de discussão. Novos temas como automação, crescimento sem trabalho, o fim do trabalho, a precarização, a exclusão social, surgem ao lado de novos assuntos como aprendizagem, gestão por competências e gestão do conhecimento.

A concepção taylorista-fordista de Organização do Trabalho (OT) reinou soberana por quase um século. A visão Taylorista do parcelamento das tarefas e a alocação a operários especializados, concretizada em toda sua potencialidade na linha de montagem estabelecida em princípios do século XX pela Ford, orientou a abordagem dos problemas de OT mesmo quando essa solução claramente não seria a mais adequada. Assim, é interessante observar como em indústrias cujo sistema de produção guardavam pouquíssimas similaridades com a linha de montagem fordista, como, por exemplo, a indústria de processo contínuo ou as empresas de produção sob encomenda, o modelo taylorista-fordista era a fonte de inspiração.

Essa inconsistência foi sustentável até a década de 1970, período no qual o crescimento dos mercados era contínuo e a demanda era maior que a oferta. Foi uma época na qual a maior preocupação das empresas era a criação de capacidade produtiva. Como a oferta era menor que demanda, havia muito pouca preocupação com eficiência e qualidade: o que se produzia era consumido, de uma forma ou de outra. Isso permitia que o trabalho fosse organizado a partir de um paradigma que só fazia sentido para as empresas de produção de produtos padronizados em grande escala. A produção era organizada de maneira rotinizada, obedecendo de maneira subserviente aos ditames de outras áreas da empresa. Apesar das críticas, havia um entendimento implícito de que as questões de organização da produção estavam definitivamente resolvidas por Taylor e Ford.

A mudança de paradigma começou pelo reconhecimento das qualidades do modelo japonês de gestão. Como se sabe, os japoneses estudaram e entenderam profundamente o paradigma Taylorista-Fordista, para depois modificá-lo no sentido de atender às suas especificidades locais. No plano da Organização do Trabalho os conceitos básicos preconizados pelos japoneses eram quase que diametralmente opostos à concepção Taylorista: trabalhadores polivalentes, que tinham autonomia relativa em algumas áreas de decisão, eram diretamente responsabilizados pelas modificações e aperfeiçoamento do processo de produção e que mantinham vínculos estáveis e permanentes com a empresa empregadora.

Tal como o experimento sóciotécnico que a Volvo desenvolveu no início da década de 1970 na planta de Kalmar, o modelo japonês de gestão foi considerado como uma idiossincrasia até o momento no qual as subsidiárias japonesas, operando nos EUA, utilizando trabalhadores americanos se mostraram muito mais produtivas do que as próprias empresas americanas. A intensificação da difusão do modelo japonês, no final dos anos 1980 e início de 1990, coincidiu com dois momentos importantíssimos de transição nos planos econômico e tecnológico. Durante as décadas de 1970 e 1980, os mercados passam de uma condição de mercados vendedores para mercados compradores. Em outras palavras, passou-se de uma situação na qual havia mais demanda do que oferta para uma situação em que há excesso de capacidade produtiva em relação à demanda. Com isso, o cliente tornou-se “rei” e a competição entre empresas para conquistar os clientes passou a ser cada vez mais acirrada.

No plano tecnológico, o sonho da “fábrica sem trabalhadores”, propiciada pelo advento da automação de base microeletrônica, foi definitivamente enterrado. Várias empresas que durante a década de 1980 investiram fortunas nas então chamadas “fábricas do futuro” chegaram à conclusão de que o caminho não era esse. A GM investiu cerca de US\$ 100 bilhões em automação nessa década e ficou em delicada situação financeira. O mesmo aconteceu com gigantes como a GE e a FIAT. Esta chegou a instalar novas fábricas nas quais os carros seriam “*handbuilt by robots*” para logo em seguida desativá-las. Nesse contexto, o modelo japonês tornou-se a fonte primária de inspiração para a organização das empresas em geral, e para a organização do trabalho em particular.

O sucesso das empresas japonesas, e a posição estratégica que a produção ocupava, deu novo alento aos defensores de uma abordagem menos limitada e menos submissa à organização da produção. Nos EUA, alguns livros chegaram a proclamar a “renascimento da produção”. Não obstante, na prática, pouco mudou e a indústria americana continuou perdendo competitividade. O governo norte americano chegou a instalar uma comissão de notáveis para estudar como a indústria poderia recuperar o seu poder de competição. O diagnóstico e as sugestões dessa comissão foram divulgados no livro “*Made in America*”, de 1988. O interessante era notar que significativa maioria de sugestões dizia respeito a mudanças nas relações de trabalho e na organização do trabalho, em grande parte inspiradas no modelo japonês. Não obstante o Modelo Japonês fosse a fonte de inspiração, havia muitas dúvidas e dificuldades quanto à sua “transferibilidade”.

O primeiro grande impulso em direção a operacionalização de novas formas de organização nas empresas ocidentais foi o livro “A máquina que mudou o mundo”,

de 1990. Nessa obra os autores conseguem elaborar uma síntese do modelo japonês, baseada principalmente no caso da Toyota. O que é fascinante observar é que o grande impacto desse livro foi a sua proposta normativa e absoluta: “faça como estamos ensinando ou caia fora do jogo”. Em outras palavras surgia um novo modelo único, de novo, substituindo o ultrapassado modelo Taylorista-Fordista, que passava a servir de guia para as empresas, então perplexas em termos de o que deveriam fazer. A proposta teve um grande impacto mobilizador. Não obstante, o processo de implantação desse novo modelo passou a exigir que as empresas fizessem um grande número de modificações e adaptações, seguindo alguns princípios básicos de organização subjacentes ao chamado “modelo enxuto”. Assim, ao invés de um novo modelo único, hegemônico, passou-se a observar a diversificação dos modelos organizacionais para atender às estratégias competitivas de cada empresa em seu contexto institucional.

### **3.2 – A nova divisão internacional do trabalho**

As crises energéticas, o advento da microeletrônica, da informática, das comunicações e da automação, a emergência do Japão como potência industrial na década de 1980, seguido pelos Tigres Asiáticos, a queda das barreiras tarifárias e a revolução dos transportes e da logística que permitiu o aumento do comércio internacional, são alguns dos componentes que tiveram, e tem, profundas repercussões sobre a divisão internacional do trabalho.

O que ocorre é que, com todas essas “novidades”, passou a ser possível às empresas escolherem onde fazer qual tipo de trabalho e mesmo assim servir a diferentes mercados de maneira eficaz. Na medida em que os trabalhos são muito diferentes entre si, as empresas que tinham poder de barganha ficaram com os trabalhos mais interessantes e mais agregadores de valor. Como colocou Robert Reich, professor de Harvard e secretário do Trabalho do governo Clinton em seu livro “O Trabalho das Nações”, de 1991, tais empresas passaram a exportar o trabalho que não interessava, que não agregava valor.

Para se entender as conseqüências deste processo para os chamados países em desenvolvimento, é necessário entender o atual tecido produtivo do ponto de vista (i) das estratégias das grandes empresas multinacionais, (ii) da formação de cadeias globais de produção e (iii) da inserção de empresas nacionais.

As multinacionais, para serem competitivas em mercados globais, passaram a reorganizar suas estruturas de negócio através de duas mudanças básicas. Primeiro, as subsidiárias perderam autonomia decisória local, passando a se alinhar às políticas e diretrizes estabelecidas por suas matrizes. Em geral as funções mais nobres, como P & D foram centralizadas e as subsidiárias assumiram papel essencialmente operacional. A segunda foi a racionalização das cadeias de fornecimento, visando redução de custos: a compra de insumos passou a ser feita em qualquer lugar do mundo, não mais havendo a dependência de fornecedores locais. As atividades rotineiras, padronizadas, de baixa agregação de valor foram, na medida do possível, transferidas para países com baixo custo de mão-de-obra.

Quanto à formação de cadeias globais de produção, destacam-se as alianças empresariais e as cadeias de suprimento. As primeiras são parcerias nas quais duas

ou mais empresas investem recursos mantendo a autonomia estratégica individual (Dussauge et al., 2001). Assim, alianças envolvem negociações entre parceiros de tamanhos e/ou forças similares em específicos produtos ou mercados. Há uma grande diversidade de tipos de alianças, desde os acordos de transferência de tecnologia até complexas joint-ventures. Um caso ilustrativo é o de uma recente aliança entre os arqui-rivais Dow e Basf para construir uma nova planta no Brasil, que era a única alternativa para as duas no sentido de atingir economias de escala.

No que diz respeito a redes de fornecimento, existem diferentes enfoques conceituais para seu estudo. No campo da Gestão de Operações, o enfoque é normalmente baseado em Gestão da Cadeia de Suprimentos. Tal enfoque foi inspirado na estrutura do keiretsu desenvolvido na indústria japonesa. Um segundo enfoque deriva da análise baseada em modelos microeconômicos, particularmente aqueles que consideram os custos de transação. Neste caso, a formação das cadeias de suprimentos seria uma escolha racional e objetiva dos vários participantes do processo de produção. É importante para tal escolha, uma análise dos diferentes aspectos do relacionamento e os *trade-offs* entre eles. Questões de confiança e as formas de contrato também são pontos chave a serem consideradas (Humphrey e Schmitz, 1996).

Um terceiro enfoque joga luz sobre as relações de comando e poder na cadeia. Essa dimensão é particularmente elaborada pelos estudos desenvolvidos por Gereffi (1994) a respeito da formação de cadeias globais de commodities. Por exemplo, em seus estudos nas indústrias de vestuário e calçados, esse autor mostrou como o comando da cadeia concentra-se nas grandes empresas de distribuição e naquelas que detêm as grifes. Essa questão torna-se crucial no sentido em que as empresas que podem governar a cadeia, estabelecem as regras e procedimentos para suas operações, e que estará no comando das atividades mais lucrativas.

O momento da formação de cadeias globais de valor foi muito bem aproveitado por empresas de países emergentes como a Coréia em eletrônica de consumo, automobilística, informática e telecomunicações, por Taiwan em equipamentos e componentes eletrônicos, e por Hong Kong em têxteis e vestuário. As empresas desses países entraram nas cadeias globais de valor como fornecedoras de partes e serviços básicos e “subiram” para níveis mais altos das cadeias produtivas, em direção àquelas atividades que são mais agregadoras de valor. Foram estratégias de longo prazo, centradas em processos de aprendizagem organizacional e tecnológica e formação de competências distintas, apoiadas por políticas governamentais.

Diferentemente do passado relativamente recente, onde as grandes empresas líderes, fortemente verticalizadas subcontratavam apenas produtos e serviços que não eram considerados estratégicos, hoje em dia, não só a desverticalização cresceu muito em intensidade como também a importância de acordos, parcerias e divisão de responsabilidades entre as empresas que fazem parte de uma cadeia tornou-se maior e mais complexa. Assim, de uma forma geral, podemos admitir que, em uma dada cadeia produtiva, iremos encontrar diferentes empresas com diferentes portes, funções e poder de mando, incluindo:

- Grandes(s) empresa(s) líder(es):
- Empresas subcontratadas (participantes das cadeias de fornecimento)

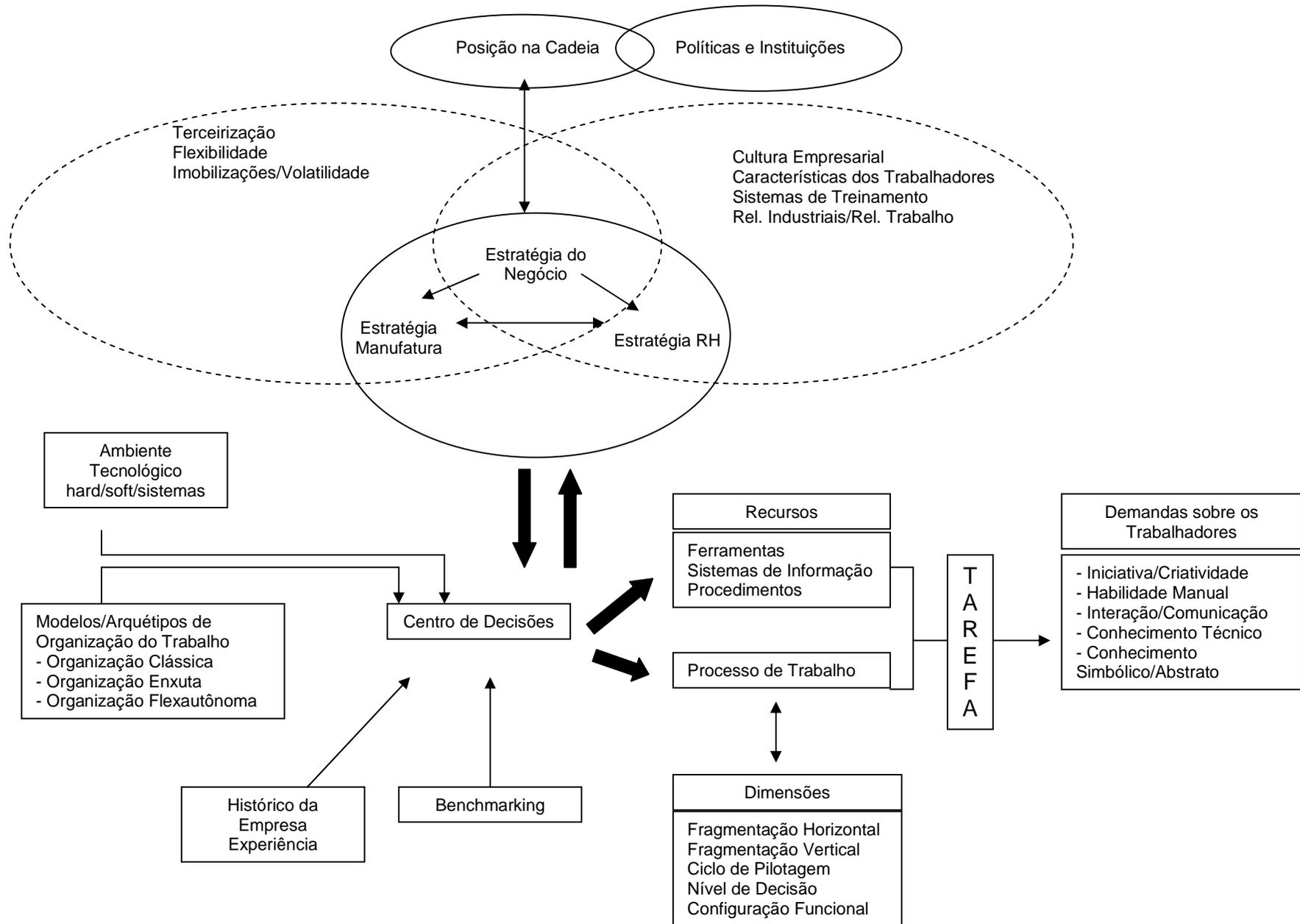
- Pequenas e médias empresas (clusters) envolvidas em cadeias de fornecimento
- Pequenas e médias empresas baseadas em tecnologia
- Pequenas e médias empresas isoladas

Estas possibilidades mostram a importância de se considerar a questão das cadeias produtivas em qualquer estudo que pretenda relacionar as questões de organização e do trabalho às necessidades de treinamento de operários, técnicos e engenheiros, como é o caso do Senai. Portanto, cresce a necessidade de se “mapear” as empresas que fazem parte de uma cadeia tanto do ponto de vista das funções e da importância que exercem, como também em relação a sua localização regional ou global. Em síntese, a nova arquitetura da indústria, que resulta numa nova divisão internacional de trabalho, é resultante de uma nova lógica de organização no qual as empresas que dominam o conhecimento sobre mercados e produtos e comandam os processos de produção. Essas grandes empresas reorganizaram as suas redes de subsidiárias e estruturaram cadeias de fornecimento, mantendo as atividades que são mais agregadoras de valor, mais intensivas em inteligência, e externalizaram as atividades que são menos agregadoras de valor, essencialmente as tarefas de produção e de serviços de rotina. Conseqüentemente, o trabalho, e a organização do trabalho tende a diferir substancialmente de empresa para empresa, no interior de uma cadeia produtiva.

### **3.3 - O modelo de análise organizacional**

Podemos definir a organização do trabalho como sendo a escolha que se faz sobre alternativas em termos de como dividir o trabalho entre unidades organizacionais e pessoas e como coordenar esta divisão. A base teórico-conceitual da pesquisa pode ser ilustrada pela figura abaixo. Admite-se que há uma entidade em cada empresa, o Centro de Decisões, que seria responsável pela organização do trabalho. Trata-se de um conceito abstrato, para auxiliar na formulação do modelo.

Figura 1 – Quadro Analítico



O Centro de Decisões toma decisões a partir de um conjunto de determinações de ordem superior, que vem do nível estratégico para os níveis tático e o operacional. No plano mais amplo, a estratégia da empresa é condicionada por sua posição na cadeia ou rede produtiva. Ao mesmo tempo, a empresa tomada isoladamente, assim como toda a cadeia ou rede produtiva é influenciada por elementos do ambiente político institucional, tanto o local quanto o internacional. Inclui-se neste ambiente a política econômica, as políticas industriais, tecnológicas e de comércio exterior, a política fiscal-tributária, a regulação das relações de trabalho e sindicais, assim como o aparato de apoio às atividades industriais. Podemos incluir também a cultura empresarial, regional ou nacional, que tem como uma de suas dimensões a postura frente ao trabalho e aos trabalhadores, e mais particularmente quanto às questões e decisões de aprendizagem organizacional. (Fleury e Fleury, 1995).

No escopo deste estudo, as decisões associadas à Estratégia de Manufatura que tem maior impacto sobre questões de organização do trabalho são as seguintes:

- *Flexibilidade* – o modelo Taylorista-Fordista trabalha em condições ideais quando a diversidade é mínima. Ford desenvolveu suas fábricas dentro do pressuposto de que “o cliente pode comprar o modelo T da cor que quiser, desde que seja preto”. Atualmente, a crescente variedade de produtos para atender a mercados cada vez mais diversificados e a incerteza das demandas, exige que as empresas operem com flexibilidade estratégica e operacional.
- *Terceirização ou subcontratação* – A terceirização permite que a empresa mantenha um certo padrão de organização, decorrente do processo de focalização. Em outras palavras, a idéia é que se a empresa trabalha de maneira flexível, em tarefas de alta agregação de valor, não é interessante misturá-las com tarefas de rotina e baixa agregação de valor. Assim, a terceirização cumpre uma função importante de manter a homogeneidade das características do trabalho.
- *Volatilidade / Imobilização* – As incertezas que se manifestam atualmente nos planos político, econômico e institucional, levam as empresas a decisões que incorporam a variável risco de maneira cada vez mais explícita. Assim, os processos que exigem imobilizações de capital são ponderados quanto às necessidades de mobilidade, configurando uma variável que poderíamos chamar de volatilidade. Quanto menos imobilização, menor a preocupação com criar raízes com um determinado local e com a necessidade de desenvolver as pessoas e seus trabalhos. O maior exemplo disso são as empresas maquiladoras do México que, inicialmente, significavam a subcontratação das tarefas de rotina com a aplicação de mão-de-obra barata e de baixa qualificação. As fábricas

tinham baixos investimentos e, no momento em que a China surgiu com perspectivas de mão-de-obra ainda mais barata, “voaram” para território chinês, criando significativos problemas de desemprego.

### **3.4 - Estratégia de gestão de recursos humanos e a organização do trabalho**

Um segundo ponto fundamental para o entendimento dos determinantes da organização do trabalho diz respeito às diretrizes, políticas e mecanismos de gestão de recursos humanos nas empresas. Numa visão estrita, isso inclui recrutamento, seleção, contratação, treinamento e desenvolvimento, remuneração. Numa visão ampla, ela inclui aspectos de legislação do trabalho, de relações industriais (sindicais), e educacionais. Boa parte das mudanças que hoje se observa no panorama industrial, inclusive as diretrizes para o desenvolvimento de tecnologia, estão relacionadas às questões de organização do trabalho.

O “glamour” dos novos conceitos e modelos de gestão de Recursos Humanos, entre os quais se incluem a Gestão de Conhecimento, a Gestão por Competências, a Aprendizagem Organizacional, a Democracia Industrial, está, em geral, ligado ao contexto das grandes empresas líderes. Como já observamos, o trabalho rotinizado, não qualificado e não qualificante, é na maioria dos casos, subcontratado.

Há, neste ponto, todo um jogo que, a nosso ver, decorre das dificuldades intrínsecas da gestão de recursos humanos na produção. O caso da Nike é ilustrativo de várias facetas dessa problemática. Recorde-se que há pouco tempo atrás, a Nike foi denunciada pelo uso de trabalho escravo em fábricas suas fornecedoras localizadas na Ásia. Após um significativo abalo em sua imagem, a Nike foi recuperando prestígio a partir da adoção de princípios de responsabilidade social e do uso de normas internacionais sobre a organização do trabalho.

O caso Nike ilustra a questão do poder associado à organização das cadeias globais de fornecimento, e a questão central do trabalho, e do custo do trabalho, como determinante de decisões sobre estratégias de localização industrial. Mas, na verdade, a maioria das empresas está partindo de considerações sobre o trabalho e a organização do trabalho ao tratar dessas estratégias.

Novamente podemos nos referir aos japoneses como inspiradores desse novo padrão de relações. Isto porque a empresa japonesa utiliza o conceito de “sindicato de fábrica”, ou seja, o sindicato é um mecanismo de vocalização das demandas dos trabalhadores dentro de cada fábrica. A internacionalização das empresas japonesas no início dos anos 1990, buscou locais onde não houvesse atividade sindical organizada, para que o seu modelo pudesse ser replicado.

Assim, as subsidiárias japonesas se instalaram em regiões de industrialização recente, os chamados “*greenfields*”.

Esta lógica de funcionamento foi se disseminando e as empresas ocidentais, ao buscarem os seus fornecedores subcontratados davam preferência aos locais de baixo custo de mão-de-obra e inexistência de atividade sindical. Muitas vezes isto incluía também aspectos de trabalho informal ou precário, como ocorreu no caso da Nike. Isto ocorre também no Brasil, em função das intensas pressões por competitividade, especialmente nos mercados do tipo “*commodities*” onde o custo é o principal determinante de sucesso. Assim, as questões de gestão de recursos humanos devem ser vistas não só em seus aspectos operacionais mas também em seus aspectos estratégicos, que tem relação direta com o ambiente político-institucional.

### **3.4 - Outras influências sobre o centro de decisões**

Além das determinações de caráter estratégico, as decisões do Centro de Decisões são influenciadas por outros três fatores: as experiências já vividas, os modelos genéricos sobre organização da produção e do trabalho e eventuais projetos de “*benchmarking*”

O pressuposto de que a história vivida pela empresa influencia as decisões sobre a organização do trabalho não necessita maiores esclarecimentos. Quanto aos modelos genéricos, gostaríamos de destacar que tratam-se daqueles modelos de gestão industriais que se tornaram paradigmáticos e que vão influenciar as tomadas de decisão na maioria das empresas. Historicamente, há três modelos organizacionais fundamentais, que serviram e ainda servem de base para explicar a organização do trabalho existente nas empresas. São eles:

- *A organização clássica, Taylorista Fordista*, onde podem ser encontradas características tais como: grande fragmentação horizontal e vertical, grande fragmentação entre controle e execução, não reconhecimento dos aspectos simbólicos do trabalho, eficiência baseada em redução do ciclo de tarefas repetitivas e alta concentração funcional dada operação e das áreas de apoio.
- *A organização “enxuta” (lean production)*, onde se pode perceber a existência de trabalho em equipes onde convive a presença de supervisão direta, a fragmentação entre controle e execução, um relativo relaxamento da fragmentação entre decisões táticas e operacionais (com manutenção das decisões estratégicas concentradas no topo da hierarquia) e, finalmente, a organização das áreas de apoio à produção de forma separada da própria produção.

- *As organizações flexíveis e autônomas*, caracterizadas por: baixo nível de repetição de atividades, baixa fragmentação vertical e horizontal, baixa diferenciação entre controle e execução, eficiência como decorrente do tratamento de eventos (situações não comuns) e pela presença de trabalho em grupos com grande autonomia facilitada pela desconcentração funcional.

Estas arquiteturas básicas podem servir como base para a identificação do que ocorre em cada uma das empresas a serem estudadas. Finalmente, devemos considerar a eventualidade de haver empresas com projetos estruturados de *benchmarking* sobre novas formas de organização do trabalho.

Cabe lembrar que o Centro de Decisões é um conceito abstrato, utilizado para registrar que a organização do trabalho na prática se consubstancia em dois blocos: os recursos, tanto os de ação quanto os de coordenação e o processo de trabalho propriamente dito.

Os recursos para ação e coordenação têm que ser entendidos em sua relação intrínseca com o processo de trabalho. Por ferramentas queremos destacar todos os recursos que são utilizados pelos trabalhadores em suas tarefas. Isso inclui desde uma chave de fenda até um complexo sistema computacional. Os mecanismos de coordenação incluem os recursos gráficos disponibilizados, desde Normas e Procedimentos, até o uso de placas e displays que agilizam a organização das atividades. Obviamente, os Sistemas de Informação são parte integral do processo de coordenação.

Já no processo de trabalho, as dimensões mais relevantes para este estudo são o grau de prescrição e o grau de autonomia. Operacionalmente, podemos utilizar os seguintes indicadores para proceder à análise dessas dimensões:

- *Fragmentação do ciclo do trabalho direto*: Grau em que as funções de preparação, apoio e execução são alocadas (ou não) às mesmas sub-unidades organizacionais ou a trabalhadores<sup>1</sup> diferentes. Há baixa presença deste tipo de fragmentação quando estas três funções são alocadas às (ou exercidas pelas) mesmas sub-unidades organizacionais ou aos mesmos trabalhadores. Notar que o fato de haver baixa fragmentação não significa necessariamente que exista autonomia para que os trabalhadores decidam quem faz o quê em relação às suas atribuições. Tal questão é tratada por outro parâmetro abaixo).
- *Fragmentação da função execução no trabalho direto*: Grau em que as atividades de execução estão alocadas a sub-unidades ou trabalhadores diferentes. Em uma linha de montagem tradicional há alta fragmentação do trabalho direto; em grupos semi-autônomos há baixa ou eventualmente

---

<sup>1</sup> Por trabalhadores estamos entendendo, engenheiros, técnicos e operários diretamente envolvidos com a operação.

nenhuma fragmentação do trabalho direto. O parâmetro procura avaliar qual é a diversidade de atividades/tarefas de execução pelas quais os trabalhadores são responsabilizados.

- *Separação entre funções de projeto, produção e de controle:* Permite maior ou menor integração destas funções a sub-unidades organizacionais ou a trabalhadores diferentes. Pode haver grande separação entre as funções de projeto, produção e controle mesmo existindo baixa fragmentação do ciclo do trabalho direto: basta que os mesmos trabalhadores, embora responsáveis pela preparação, apoio e execução, recebam o detalhamento destas atribuições de forma prescrita por uma outra unidade organizacional, por exemplo. Os projeto, produção e controle determinam o grau em que trabalhadores além de executarem suas tarefas e atividades possam também controlá-las e defini-las.
- *Grau de descentralização das funções de apoio à produção (qualidade, PCP, manutenção, RH, etc):* Este parâmetro visa avaliar como se aloca a responsabilidade pelas funções de apoio à produção. A qualidade, por exemplo, pode ser função alocada à uma única e centralizada unidade organizacional para toda a operação; alternativamente, no caso de existir uma operação organizada em células de manufatura, esta função pode estar sendo alocada a unidades descentralizadas alocadas a cada destas células. Ainda de forma alternativa, a função qualidade pode ser responsabilidade de toda a operação sem que haja nenhuma unidade organizacional específica que responda por ela.
- *Alocação das decisões estratégicas (longo prazo), táticas (médio prazo) e operacionais (curto prazo) às diferentes sub-unidades organizacionais e trabalhadores.* Há alocação separada caso estas questões sejam tratadas em unidades organizacionais ou trabalhadores distintos. Exemplos de decisões estratégicas: projetos de investimentos, de planos de carreiras, de estratégia de manufatura. Decisões táticas podem incluir, dentre outras, o sequenciamento de ordens de produção, a promoção de trabalhadores e mudanças de layout da operação. Exemplos de decisões operacionais são a regulação de máquinas, o abono de faltas e as decisões cotidianas ligadas à gestão de RH, a divisão de trabalho do dia, etc. Este parâmetro guarda relação estreita com uma dada escolha de número de níveis hierárquicos em uma dada organização.

Uma dada estrutura organizacional pode ter facilitada a sua compreensão, análise e projeto através da identificação do “valor” que esses parâmetros assumem. Tais parâmetros podem ser identificados em qualquer estrutura, seja de sistemas de produção de bens na indústria, seja em sistemas de produção de serviços. Os cinco parâmetros identificados acima tem como objetivo oferecer uma referência conceitual para que seja possível aplicar o método Delphi na identificação de cenários futuros acerca da organização do trabalho e de suas

respectivas demandas em termos de formação profissional. Estes parâmetros só fazem sentido em um esforço de comparação entre pelo menos duas situações distintas. Não há de fato, um “valor” que possa ser objetivamente atribuído a um parâmetro em termos absolutos para uma dada organização. Assim, ao mesmo tempo em que procuramos definir de forma simples cada parâmetro, buscamos também completar a definição com exemplos que possam facilitar a sua compreensão e posterior aplicação aos objetivos específicos desta pesquisa.

### **3.5 - As demandas do trabalho organizado sobre os trabalhadores**

Finalmente, chegamos ao objetivo final do processo de análise que se consubstancia nas demandas sobre os trabalhadores, que vão ter relação direta com os perfis ocupacionais. Neste ponto, é fundamental admitir uma limitação do modelo, que deriva das dificuldades de se descrever sistemas dinâmicos. Pode ter ficado implícito, na argumentação anterior, que o trabalhador recebe passivamente as determinações sobre organização do seu trabalho. Na realidade faz muito tempo que esse pressuposto já foi derrubado, na medida em que os trabalhadores participam das atividades que vão definir os processos de trabalho e as tarefas. Por demandas sobre os trabalhadores estamos entendendo as seguintes características:

- **Autonomia decisória:** refere-se à demanda de que indivíduos e/ou grupos de indivíduos sejam instados com maior ou menor intensidade a percorrer o ciclo composto por detecção, diagnóstico, ação e controle de situações de trabalho.
- **Habilidade manual**
- **Iniciativa e criatividade**
- **Interação e comunicação:** com colegas de sua sub-unidade organizacional e com colega de sub-unidades organizacionais distintas da que se atua: refere-se à necessidade de comunicação (cognitiva, normativa) para dar conta das demandas de situações de trabalho.
- **Conhecimento simbólico ou abstrato:** grau de importância de aspectos cognitivos no trabalho cotidiano; relaciona-se fortemente com a capacidade de aprendizagem frente às situações do cotidiano e seus desdobramentos.
- **Conhecimento técnico:** Conjunto de competências técnicas necessárias para a execução de uma determinada atividade.

Em resumo, estamos entendendo que a partir da identificação da(s) arquitetura(s) organizacionais de cada uma das cadeias será possível desenvolver um estudo prospectivo das demandas sobre o trabalho no futuro para estas mesmas cadeias. Ocorre que uma série de decisões ligadas a estratégias de negócio, de manufatura e de RH acaba também por afetar as escolhas organizacionais realizadas pelas empresas. Do mesmo modo, as disponibilidades de escolhas tecnológicas e de modelos de gestão igualmente afetam esta decisão e precisam ser entendidas para que se possam delinear as arquiteturas organizacionais e as demandas sobre o trabalho.

Tomemos por exemplo, o caso da indústria automobilística: se a matriz de uma das montadoras que operam no Brasil decide que esta subsidiária será sede de projetos para determinados nichos do mercado e que para estes mercados as operações aqui localizadas deverão se tornar plataformas de exportação, isto sinaliza todo um conjunto de demandas sobre estratégia de RH, necessidades de atualização tecnológica e de uma operação tão mais flexível quanto maior for a variedade de modelos a serem desenvolvidos e produzidos no país. Estas decisões certamente irão afetar as escolhas de arquiteturas organizacionais e, desta forma, necessitam de um entendimento prévio por parte da equipe que desenvolverá esta pesquisa.

# Capítulo 4: Análise de Ocupações Emergentes

## 4.1 – Objetivo

Este capítulo tem por objetivo apresentar a metodologia de identificação de mudanças ocupacionais a partir da análise de dados de outros países. Compreende a identificação de ocupações em um setor específico e de mudanças relacionadas a estas ocupações através de uma comparação entre dados dos países estudados, de suas classificações ocupacionais e da CBO (Classificação Brasileira de Ocupações). No Modelo Senai de Prospecção o conhecimento de novas ocupações e funções que estão surgindo em outros países, desempenha o papel de sinalizar para transformações prováveis no mercado de trabalho brasileiro. É sabido que, qualquer país, em função de contextos históricos e institucionais específicos, apresenta uma estrutura ocupacional ímpar. O fato de podermos conhecer e analisar as estruturas ocupacionais desses países nos possibilita verificar, com alguma antecedência, qual configuração ocupacional pode ser a mais provável de emergir no mercado de trabalho brasileiro.

Ao longo dos anos, mudanças no mundo do trabalho vêm gradativamente contribuindo para transformar as oportunidades profissionais. Por exemplo, muitas das ocupações atuais não existiam há algum tempo. Na medida em que se descobriram novas tecnologias, foram necessários profissionais dedicados à sua utilização e aprimoramento. Quando estes profissionais realizavam um conjunto de atividades bastante diferente dos vigentes, conformava-se o surgimento de uma nova ocupação. Este movimento continuamente se repete e não tem somente o descobrimento de novas tecnologias como elemento impulsionador. Mudanças estruturais no mercado de trabalho são outras responsáveis por seu desenvolvimento. Formadas por diversos aspectos, como por exemplo, tendências demográficas devidas a migrações, ao envelhecimento da população e ao aumento do nível de escolaridade, bem como fatores econômicos e novas regulamentações de mercado, estas mudanças também contribuem para transformações ocupacionais.

Quanto maiores as mudanças estruturais e mais radicais as mudanças tecnológicas, maiores são os impactos sobre a estrutura ocupacional. Como resultado destes impactos, observam-se ocupações com um conjunto de atividades totalmente novo e, em geral não encontradas em classificações ocupacionais. Em outros casos, observam-se ocupações cujo conjunto de atividades se modifica. Estas ocupações conformam novas oportunidades profissionais. Identificar e compreender estas oportunidades é um trabalho complexo, mas de fundamental importância para o desenvolvimento e a formação profissional.

## 4.2 - Metodologia

A metodologia adotada foi desenvolvida a partir de pesquisas a fontes de dados secundários. Estes dados são resultantes de estudos setoriais gerais e/ou ocupacionais realizados em outros países. A metodologia de trabalho envolve três etapas. A primeira etapa compreende um levantamento bibliográfico para identificação de estudos setoriais gerais e/ou ocupacionais desenvolvidos em outros países. Os países selecionados foram: EUA, Canadá, Austrália, Inglaterra e Nova Zelândia. A escolha destes países baseia-se em dois aspectos: primeiro, estes países vem desenvolvendo estudos sobre mudanças ocupacionais e suas classificações ocupacionais que são compatíveis com a CIUO (Classificação Internacional Uniforme de Ocupações). Esta compatibilidade é fundamental, por permitir comparações com a CBO (Classificação Brasileira de Ocupações).

Após o levantamento bibliográfico, foi realizada uma comparação com as ocupações vigentes na CBO para os setores estudados. Esta comparação, que corresponde à segunda etapa desta metodologia, considera as atividades de trabalho de cada ocupação, conforme descritas na CBO e as atividades de trabalho das ocupações descritas nos estudos de outros países. A partir desta comparação são identificadas ocupações que se enquadram nas categorias de ocupações emergentes, ocupações em evolução e ocupações estáveis.

Como conceito de ocupações emergentes e em evolução adotou-se a definição do BLS (Bureau of Labor Statistics) dos Estados Unidos. Conforme esta instituição, ocupações emergentes compreendem um conjunto de atividades, habilidades e conhecimentos totalmente novos que, por esta razão, podem não estar presentes nas classificações de ocupações vigentes nos países estudados. Ocupações em evolução são ocupações cujo conjunto de atividades compreende mudanças. Estas mudanças envolvem a adição e a supressão de atividades. Ocupações estáveis são aquelas que não apresentam mudanças.

A terceira etapa compreende um detalhamento das ocupações emergentes e/ou em evolução, quando encontradas, bem como das ocupações estáveis. Este detalhamento contém um conjunto de aspectos com o objetivo de descrever o conteúdo do trabalho, competências e outros requisitos para o exercício destas ocupações. Em conjunto com estes detalhamento explicam-se, a partir das fontes de dados secundárias, razões e/ou hipóteses para a classificação destas ocupações em emergentes, em evolução ou estáveis.

# Capítulo 5: Análise de Tendências Ocupacionais

Para realizar o planejamento tático e operacional da educação profissional consideramos as mudanças em curso no conteúdo do trabalho que o Modelo Senai de Prospecção contempla por meio (i) das análises de impacto oriundas das prospecções tecnológica e organizacional e da análise de ocupações emergentes e (ii) das mudanças esperadas na estrutura ocupacional, ou seja, da quantidade de empregos em cada ocupação. Para identificar e estimar mudanças na quantidade de empregos em cada ocupação de um determinado setor o Modelo Senai de Prospecção desenvolveu a seguinte metodologia de análise de tendências ocupacionais:

## 5.1 - Modelo da matriz insumo-produto

A metodologia da matriz insumo-produto calcula o impacto no emprego setorial e na estrutura ocupacional de cada setor das variações projetadas da demanda agregada dos diversos setores da economia brasileira para os próximos anos. O objetivo deste tipo de modelo é permitir identificar tendências de demanda por mão-de-obra a partir dos coeficientes técnicos da matriz insumo-produto.

A metodologia dos multiplicadores de emprego gerados a partir do modelo da matriz insumo-produto parte da observação de que o total de produto gerado em uma economia pode ser dividido em duas partes: a primeira é aquela utilizada como insumo na produção dos bens e serviços; a segunda parte é a utilizada para atender à demanda final dos consumidores. A seguir são apresentados os elementos do modelo.

- *Matriz de coeficientes técnicos de produção*

Cada coeficiente desta matriz fornece quanto de cada insumo é necessário para a produção de uma unidade de um determinado bem. Esta matriz define a tecnologia utilizada na economia. Ou seja, se a economia tem  $n$  setores, esta é uma matriz com  $n$  linhas e  $n$  colunas. Cada coeficiente na linha  $i$ , coluna  $j$ , fornece a quantidade de insumos do bem  $i$  necessária para produzir uma unidade do bem  $j$  (quando a produção de um bem não utiliza outro como insumo, o coeficiente correspondente é zero).

- *Determinação do total do emprego*

A demanda final por bens e serviços tem quatro componentes: o consumo das famílias, os investimentos, os gastos governamentais e a diferença entre exportação e importação. Ou seja, do total do produto gerado, a demanda final depende do comportamento dos consumidores (famílias), dos investidores, do governo e do comércio internacional.

No curto prazo, dado o estoque de capital disponível, o objetivo das empresas é utilizar o máximo possível deste capital. Nestas condições, o nível de produção é determinado pelo total de demanda final pelos bens e serviços gerados. Portanto, dado um determinado volume de demanda, as empresas produzem a quantidade demandada.

Para executar esta produção, as empresas contratam trabalhadores. O número de trabalhadores necessários para a produção de uma unidade do bem é chamado de coeficiente direto de emprego. Porém, para produzir os bens finais, as empresas têm que comprar insumos. Esses insumos são produzidos por outras empresas que, por sua vez, para produzi-los, têm que contratar trabalhadores, e assim por diante. Ao número de trabalhadores necessários para a produção dos insumos utilizados na produção de uma unidade do bem, se dá o nome de coeficiente indireto de emprego.

Portanto, a demanda por mão de obra em uma economia tem: i) um componente direto: o número de trabalhadores necessário para produzir o bem que será demandado no final do processo; e ii) um componente indireto: o número de trabalhadores necessário para produzir os insumos utilizados na produção do bem final.

Formalmente, seja  $A$  uma matriz de insumo-produto, ou seja, a matriz tecnológica que fornece a quantidade de insumos necessária para a produção de uma unidade de cada produto na economia. Seja  $D$  o vetor de demanda final, composto de consumo, mais investimento, mais gastos do governo, mais a diferença entre exportações e importações. O total de produto na economia,  $Y$ , pode ser dado pela equação:

$$Y = AY + D$$

$AY$  é a quantidade de insumos necessários para produzir o total de produto  $Y$  e  $D$  é a demanda final dos bens. A equação acima, após algumas simples manipulações algébricas, pode ser representada como:

$$Y = [I - A]^{-1} \cdot D$$

Esta equação mostra quanto deverá ser produzido na economia para atender ao volume de demanda final  $D$ . A partir dela, pode-se calcular o volume de empregos diretos e indiretos gerado por esta produção.

Seja  $l_i$  a quantidade de trabalhadores necessária diretamente para a produção de uma unidade do bem  $i$ . Entretanto, como mostramos acima, para produzir uma unidade do bem  $i$ , são necessários insumos que utilizam trabalhadores em sua produção. Se multiplicarmos o vetor  $l_i$  pela matriz  $[I - A]^{-1}$ , teremos a quantidade total de trabalhadores necessária para a produção de uma unidade

do bem  $i$ , seja direta ou indiretamente. Finalmente, multiplicando o vetor de emprego assim obtido pela demanda final, teremos o total de emprego gerado por cada vetor de demanda final.

$$L = [I - A]^{-1}D_i$$

O emprego setorial é obtido pela multiplicação de cada termo do vetor  $l_i$  pelo termo correspondente do vetor de demanda final  $D$ .

- *Variações no emprego*

A equação apresentada nos fornece o total de empregos gerados decorrentes de um determinado nível de demanda final por bens e serviços. Entretanto, do ponto de vista desta pesquisa, o que efetivamente pretendemos estimar é a variação do emprego a cada ano. Para tal, substituímos o vetor de demanda final pelo vetor de variação da demanda final. Ou seja:

$$\Delta L = [I - A]^{-1}\Delta D_i$$

A equação acima nos diz que a variação do emprego em cada setor se obtém pela multiplicação de cada elemento do vetor  $\Delta D$  por cada elemento do vetor  $l_i$  e este resultado pela matriz  $[I - A]^{-1}$ . Portanto, se o objetivo é estimar a variação do emprego em cada setor da economia, o próximo passo é estimar a variação esperada da demanda final na economia,  $\Delta D$ .

Os componentes do vetor de demanda final são o consumo das famílias, o investimento, os gastos do governo e a diferença entre exportações e importações. Portanto, a variação da demanda final é a soma das variações destes quatro componentes.

De acordo com a metodologia, o grau de confiabilidade das projeções depende da confiabilidade da tecnologia e do grau de confiabilidade das projeções de variação da demanda final. A tecnologia é fornecida pelo IBGE, através dos coeficientes técnicos da matriz de insumo-produto. O maior problema, portanto, é como estimar a demanda final.

Inicialmente, trabalhamos com estimativas das variações da demanda final por setores para o ano de 2004, obtidas de duas consultorias: a Tendências e a F Silveira. Cada consultoria mandou diretamente ao Senai um relatório detalhando suas previsões com dois cenários para a economia brasileira. A Tendências gerou um cenário-base e um cenário otimista. A F. Silveira, por sua vez, gerou um cenário-base e um cenário pessimista.

No relatório final de atividades do ano passado, apresentamos os resultados do modelo de matriz insumo-produto para dois vetores da variação da demanda final. Como havia alguma variação nas estimativas de crescimento setoriais

geradas pelas duas empresas de consultoria, consideramos como cenário-base a média das estimativas dos cenários-base fornecidos pelas duas consultorias para cada um dos setores.

No cenário básico, portanto, a taxa de crescimento da demanda final em cada um dos setores é a média das taxas de crescimento em cada um dos setores obtidas nos cenários-base gerados pelas duas consultorias. O segundo vetor de variação da demanda final foi, simplesmente, o vetor reportado no cenário otimista da Tendências, ao qual conferimos uma probabilidade maior de ocorrência do que o cenário pessimista gerado pela outra consultoria. Neste relatório, aplicamos a metodologia descrita acima para estimar a variação do emprego para os diversos setores no ano de 2004, apenas para o cenário-base (a média dos cenários-base das duas consultorias). A Tabela a seguir apresenta essas estimativas do aumento de emprego por setor para 2004 no cenário-base. Ela mostra que o impacto da variação da demanda final por setor gera, através dos multiplicadores de emprego, um aumento de 8.204 empregos no setor têxtil e de 11.737 empregos na petroquímica.

Essas estimativas para os setores têxtil e petroquímica serão usadas como base para o rebatimento na metodologia de ocupações dinâmicas, de forma a gerar estimativas do crescimento de ocupações selecionadas nesses dois setores. A próxima seção descreve a metodologia de identificação de ocupações dinâmicas e de rebatimento do total do setor em cada ocupação.

## **5.2 - O modelo de identificação de ocupações dinâmicas**

A segunda parte da metodologia utilizada neste projeto visa identificar as ocupações que mais têm gerado emprego nos setores previamente selecionados (têxtil e petroquímica). O critério básico de identificação de uma ocupação dinâmica é o seu desempenho no que se refere à geração líquida de empregos no período recente. Inicialmente analisamos o ranking das ocupações que geraram mais empregos líquidos com carteira assinada entre 1999 e 2001. Para cada uma das ocupações dinâmicas identificadas, construímos quatro planilhas que permitiam ao usuário realizar, quase que automaticamente (através de macros), uma extensiva análise dos trabalhadores admitidos e desligados no período, destacando as distribuições de escolaridade, idade e sexo; e outras características como tamanho das empresas.

Foram realizados ajustes na metodologia de identificação de ocupações dinâmicas visam torná-la mais simples e acessível ao usuário, permitindo uma associação mais direta com as projeções de crescimento do emprego geradas pela metodologia da matriz insumo-produto. A metodologia procura identificar as ocupações que mais têm gerado emprego entre 1999 e 2002 nos dois setores. Adicionalmente, propomos um simples método de quantificar a geração de emprego por cada ocupação selecionada nesses setores no período 1999-2002.

Em particular, comparamos o comportamento de cada ocupação no período em relação à média do setor. Como descrito em detalhe abaixo, chamamos de “fator de dinamismo” da ocupação a diferença entre a taxa de crescimento de cada ocupação e a taxa de crescimento do setor no período escolhido (1999-2002).<sup>2</sup> Tal “fator de dinamismo” é, por sua vez, adicionado à projeção da taxa de crescimento do setor, de tal forma a gerar uma estimativa da taxa de crescimento de cada ocupação selecionada. Descrevemos, a seguir, os diversos passos usados para gerar as estimativas das ocupações selecionadas em cada setor.

- *Os Dados da RAIS*

Os dados da RAIS (Relatório Anual de Informações Sociais), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) são obtidos a partir de CD-ROMs, com desagregação por ocupação a 5 dígitos, de acordo com a CBO (Classificação Brasileira de Ocupações) de 1994. As ocupações a 5 dígitos foram transformadas em famílias ocupacionais a 4 dígitos, de acordo com a nova CBO de 2002, através da aplicação de um algoritmo de conversão construído pelo Senai-DN.<sup>3</sup> São baixados dos CD-ROMs todos os dados referentes à quantidade de trabalhadores empregados em 31 de dezembro de cada ano que tinham contratos de trabalho regidos pela CLT (todos os tipos). São usados os dados dos anos de 1994 a 2002<sup>4</sup> para os seguintes setores, de acordo com a CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas):

CNAE 17: Fabricação de Produtos Têxteis

CNAE 24: Fabricação de Produtos Químicos

CNAE 29: Fabricação de Máquinas e Equipamentos

CNAE 32: Fabricação de Material Eletrônico e de Aparelhos e Equipamentos de Comunicações

Os dados são baixados para o agregado dos setores, uma vez que as estimativas de crescimento do emprego obtidas a partir da metodologia da matriz insumo-produto estão neste grau de agregação. Desta forma, sugere-se que nos casos em que haja interesse em desagregações dos setores acima em sub-setores, sejam feitas hipóteses adicionais sobre a relação das projeções do crescimento dos sub-setores e as dos setores usados nas estimativas. Vale ressaltar, também, que nesse relatório parcial de atividades, estamos apresentando apenas os resultados referentes aos setores 17 (produtos têxteis) e 24 (produtos químicos).

As planilhas, que serão disponibilizadas nos cursos de transferência de tecnologia, foram construídas de forma a alocar as centenas de valores

---

<sup>2</sup> Para não introduzir assimetrias ao modelo, usamos a diferença dos logs para aproximar as taxas de crescimento de cada ocupação e do setor.

<sup>3</sup> Há alguns problemas de compatibilização de algumas ocupações (com final 90) para a nova CBO que ainda não foram sanados.

<sup>4</sup> A identificação das ocupações dinâmicas utiliza, por enquanto, apenas os dados referentes ao período mais recente, de 1999 a 2002.

referentes aos estoques de emprego das ocupações a 5 dígitos nas famílias ocupacionais a 4 dígitos usadas pelo Senai. Isto é feito de forma automática, através de macros que podem ser usadas para qualquer setor e/ou sub-setor da economia brasileira em qualquer ano entre 1994 e 2002, da RAIS, inclusive com filtros adicionais, como remuneração mínima, sexo, idade, etc.

- *Seleção das Ocupações Representativas dos Setores*

Os dados da RAIS contêm informações sobre várias ocupações que não são compatíveis com as atividades-fim dos setores analisados. Portanto, foi feita uma limpeza das ocupações em cada setor com base nas listas enviadas pelos especialistas dos Departamentos Regionais (DR) envolvidos no projeto (e do CETIQT, no caso da indústria têxtil), de forma a que sejam consideradas somente as ocupações representativas da atividade-fim de cada setor. Vale ressaltar que novas alterações na lista de ocupações são sempre possíveis e desejáveis após novas interações com os especialistas. A idéia é que trabalhem com uma lista de ocupações que seja a mais próxima possível da lista representativa dos setores.

- *Ranking das Ocupações Dinâmicas e Projeções para 2004*

Com base nos dados referentes ao período 1999-2002, propomos um método de quantificar a geração de emprego por cada ocupação selecionada nos dois setores. O método envolve uma simples comparação entre o crescimento médio anual do estoque de trabalhadores em cada ocupação no período e o crescimento médio anual do estoque total de trabalhadores no setor. A idéia é identificar ocupações que cresceram acima da média do setor no período 1999-2002. Estas seriam as ocupações dinâmicas deste setor.

De uma forma mais geral, podemos quantificar este efeito. A diferença entre a taxa de crescimento do emprego em cada ocupação num determinado setor e a taxa de crescimento do emprego do setor seria um componente idiossincrático de cada ocupação. Usando a primeira diferença dos logaritmos do emprego para aproximar as taxas de crescimento do emprego, temos:

$$\Delta n_{it} = \Delta n_{total,t} + \Delta n_{it}^*$$

onde  $\Delta n_{it}$  é a média anual da diferença dos logaritmos do emprego da ocupação  $i$  entre os períodos  $t$  e  $t-1$ ,  $\Delta n_{total,t}$  é a média anual da diferença dos logaritmos do emprego do total do setor entre os períodos  $t$  e  $t-1$ , e  $\Delta n_{it}^*$  é um fator idiossincrático de cada ocupação, que chamamos de “fator de dinamismo” da ocupação. Como a equação acima mostra, o “fator de dinamismo” da ocupação nada mais é do que a diferença entre a média anual da taxa de crescimento (medida pela diferença dos logaritmos) de cada ocupação e a média anual da taxa de crescimento do setor no período escolhido (1999-2002).

Desta forma, quanto maior o “fator de dinamismo” de uma determinada ocupação, mais o emprego desta ocupação cresceu acima do total do setor, ou seja, mais dinâmica foi esta ocupação no período analisado. Nas tabelas de resultados apresentadas na próxima seção, as ocupações foram ranqueadas de forma decrescente, de acordo com o seu “fator de dinamismo”.

O “fator de dinamismo” de cada ocupação é uma boa forma de se identificar as ocupações dinâmicas, mas também de gerar projeções para os próximos anos. Suponha que o emprego em uma determinada ocupação cresceu 4,1% em média entre 1999 e 2002, enquanto o emprego total no setor cresceu 2,1%. O “fator de dinamismo” desta ocupação é de aproximadamente 2%, ou seja esta ocupação cresceu aproximadamente 2 pontos percentuais acima do total do setor.

Se adicionarmos este “fator de dinamismo” (2%) à projeção da taxa de crescimento do setor temos uma forma simples de gerar uma estimativa da taxa de crescimento de cada ocupação selecionada. Por exemplo, se a projeção para o crescimento do total do emprego no próximo período (2004) é de 3%, estima-se que aquela determinada ocupação vai crescer 5% em 2004, ou seja, 2 pontos percentuais acima do total do setor. A hipótese implícita é que a diferença entre o que cada ocupação vinha crescendo e o que o setor vinha crescendo no passado recente (no caso, 1999-2002) se mantenha no período futuro (no caso, 2004).

- *Ranking dos Estados Dinâmicos e Projeções para 2004*

Podemos reproduzir esta análise de ocupações dinâmicas para os diversos estados (unidades da federação). Da mesma forma que no caso das ocupações, podemos usar a fórmula acima para avaliar o crescimento do emprego em um determinado setor em cada estado em relação ao Brasil como um todo. No caso, na fórmula:

$$\Delta n_{it} = \Delta n_{total,t} + \Delta n_{it}^*$$

o índice  $i$  ( $i=1, 27$ ) se refere aos Estados da Federação. Nesse caso,  $\Delta n_{it}^*$  é um fator idiossincrático de cada estado, ou seja, o “fator de dinamismo” do estado.

## Capítulo 6: Estudos Comparados de Educação Profissional

Além de análises de impacto, provenientes das transformações esperadas no mercado de trabalho brasileiro, o Modelo Senai de Prospecção procura identificar transformações no sistema de educação profissional brasileiro por meio de análises de sistemas de educação profissional de outros países.

O sistema educacional de um país está estruturado a partir da interação de inúmeros fatores de natureza histórica, social, econômica e institucional. Do mesmo modo que na análise de ocupações emergentes, para a realização de estudos comparados de educação profissional procuraremos identificar o contexto em que surgem determinadas soluções educacionais e verificar em que medida tais soluções podem servir de parâmetros para resolver questões similares da educação profissional ministrada pelo Senai ou por outras instituições de formação profissional.

Particularmente, estaremos buscando entender como vêm surgindo soluções no campo de metodologias de ensino, recursos didáticos e formação de docentes e adaptar tais soluções para a situação brasileira. Isso inclui:

- (1) Caracterizar a estrutura e organização dos sistemas de formação profissional em diferentes países, destacando sua relação com o sistema de educação geral incluindo: (i) Estrutura; (ii) Entidades que participam do processo de planejamento e de execução da educação profissional e respectivos papéis; e (iii) Financiamento.
- (2) Identificar os principais centros de formação profissional do setor e caracterizar sua estrutura e organização.
- (3) Levantar dados sobre a atuação dos centros de formação profissional do setor, nas seguintes dimensões: metodologias de ensino, capacitação e formação de docentes, material didático, educação à distância entre outros. As questões a serem examinadas incluem: Quais são os principais centros de educação profissional (pelo menos um em cada país) e suas respectivas características (estrutura, organização etc)? Quais metodologias de ensino, material didático etc estão sendo utilizados nesses centros? Como é feita a formação e a capacitação de docentes de nesses centros?
- (4) Identificar as principais ocupações que estão sendo formadas, capacitadas e/ou requalificadas mediante oferta dos centros: Quais ocupações em cada setor estão sendo intensamente capacitadas e/ou requalificadas?. Quais ocupações em cada setor estão deixando de ser capacitadas e/ou requalificadas? Por quê?

## Capítulo 7: Antena Temática

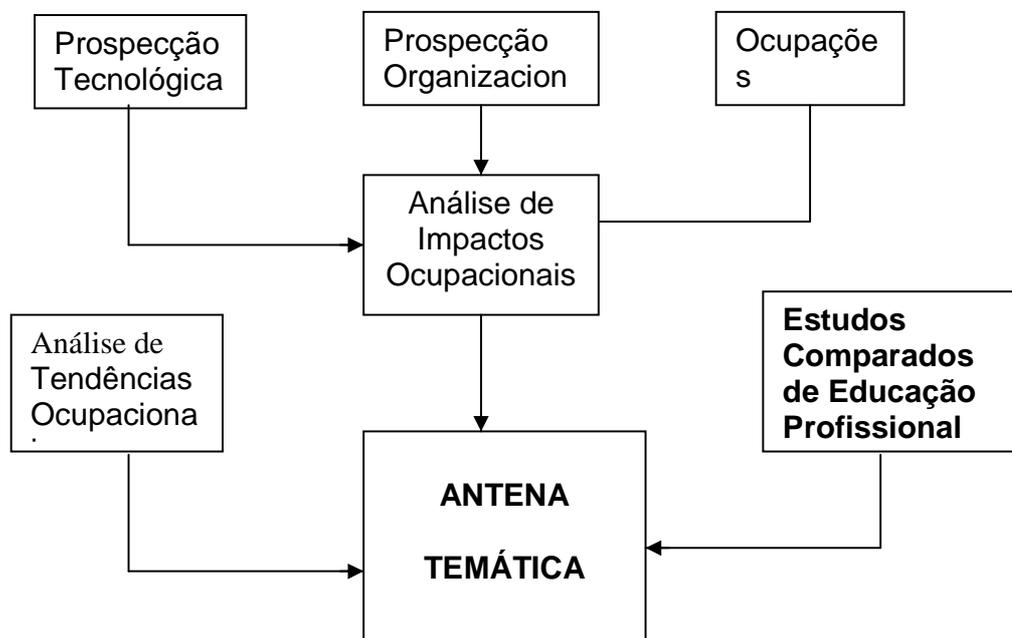
A Antena Temática é uma etapa do Modelo Senai de Prospecção para onde convergem todas as análises anteriores, com o objetivo de se obter uma síntese das percepções sobre o futuro do trabalho e da educação profissional nas ocupações e setores industriais objetos da prospecção. A Antena Temática pretende inaugurar um processo de reflexão permanente em torno dos principais fatores que podem modificar o trabalho e a educação profissional. Participam da Antena, de forma presencial, todos os especialistas que integraram as diferentes etapas do Modelo Senai de Prospecção. Os resultados das Antenas Temáticas são publicados no documento “Em Tempo” que circula entre todas as Unidades do Senai.

O quadro abaixo sintetiza a organização da Antena Temática. A Antena é alimentada por três fontes de informação. A primeira é composta pelas análises dos impactos ocupacionais que, por sua vez, são baseadas em três insumos críticos: (i) Prospecção Tecnológica, (ii) Prospecção Organizacional e (iii) Análise de Ocupações Emergentes. As duas primeiras possibilitam estimar a probabilidade com que determinadas tecnologias e modelos organizacionais estarão surgindo nos próximos anos na indústria brasileira. A avaliação das Ocupações Emergentes possibilita saber que ocupações estão emergindo em outros países.

O segundo componente que nos ajuda a estimar e entender mudanças no trabalho é a Análise de Tendências Ocupacionais, cujos resultados também são levados para a Antena Temática do setor estudado. Por meio desta análise, é possível estimar, para até três anos seguintes ao ano base, a variação na quantidade de empregos em cada ocupação que compõe a estrutura ocupacional do setor em estudo. Assim, pode-se saber que ocupações apresentarão a maior variação (crescimento, decréscimo ou estabilidade), bem como são levantadas hipóteses sobre as razões para que isso venha a ocorrer.

O terceiro componente são os estudos comparados de educação profissional. Estas três dimensões permitem estimar os impactos no trabalho no setor industrial. As principais questões examinadas são:

- Caso uma determinada tecnologia ou forma de organização da produção seja adotada, qual será o impacto sobre a demanda por trabalho?
- Como o conteúdo do trabalho irá se modificar?
- Podemos esperar que as ocupações emergentes em outros países venham ser exercidas no Brasil?
- Que tipo de profissionais serão necessários?



Todas essas questões são objeto de uma análise de impactos ocupacionais, que requer uma pesquisa qualitativa baseada em entrevistas com alguns especialistas de empresas e instituições técnicas e acadêmicas. Esta pesquisa é realizada em um momento que antecede a Antena Temática e as principais questões levantadas pelos especialistas entrevistados são analisadas e levadas para a Antena do setor em estudo.

Assim, na Antena Temática, analisam-se informações sobre que ocupações apresentarão uma maior variação, conjugada com informações de modificações no conteúdo dessas ocupações. Isso inclui mudanças esperadas no perfil profissional dessas ocupações captadas pela análise de impactos ocupacionais.

Um segundo momento importante na Antena Temática é a análise de impactos educacionais, que considera as mudanças esperadas no mundo do trabalho e na estrutura ocupacional, bem como analisa os resultados dos estudos comparados de educação profissional.

Assim, por meio desta metodologia, é possível que as instituições de formação profissional antecipem-se a mudanças prováveis no mundo do trabalho, observando também as respostas apresentadas por sistemas de educação profissional de outros países.

A Antena Temática inaugura um processo permanente de reflexão com vistas a sintetizar impactos no trabalho e extrair sugestões e recomendações para a educação profissional. Este momento é preparado previamente, de modo a se identificar e selecionar um conjunto de questões relevantes, o que é feito por meio da instauração de um fórum de discussão pela Internet.

## Capítulo 8: Principais produtos

A interligação entre os três Observatórios – tecnológico, ocupacional e educacional – coloca o Observatório Ocupacional como eixo central do Modelo Senai de Prospecção, sendo que três interpretações podem ser destacadas:

- a) Mudanças tecnológicas e organizacionais impactam no mundo do trabalho requerendo ajustes na educação profissional;
- b) Perfis profissionais de trabalhadores (pré-existent) condicionam a difusão tecnológica;
- c) Novos perfis profissionais podem modificar o processo de difusão tecnológica.

Esta centralidade implica considerar que os principais produtos do Modelo estão associados ao Sistema de Informações Ocupacionais – SINO, por meio do qual sendo criados cinco sítios, a seguir listados.

- **Profissões Industriais:** informação ocupacional para gerentes de Recursos Humanos, no sentido de gerar referenciais mais amplos do mercado de trabalho para tais profissionais.
- **Almanaque:** informação ocupacional para jovens, para facilitar a escolha de uma profissão na área industrial.
- **Sentinela Ocupacional:** informação ocupacional para trabalhadores empregados com risco de perda de emprego, trabalhadores desempregados e fora do formal, para auxiliar tais trabalhadores em um eventual reposicionamento profissional.
- **Perspectivas Ocupacionais:** informação ocupacional para o público em geral, procurando apresentar, de forma simples e objetiva, os resultados das análises de impactos ocupacionais e das análises de tendências ocupacionais, que tratam especificamente do futuro das profissões.
- **Repertório Ocupacional:** informação ocupacional para técnicos, docentes e dirigentes do Senai. O Repertório deverá agregar ainda informações oriundas do Sistema do Observatório Tecnológico (listas qualificadas de tecnologias emergentes, listas de tecnologias emergentes com grau de difusão associado e principais estratégias de monitoramento e de difusão tecnológica praticadas pelos DRs e do Sistema do Observatório Educacional (principais impactos educacionais decorrentes da análise de impactos ocupacionais, bem como aqueles identificados em outros países).

Contudo, para se chegar a entender os processos de transformações esperadas em ocupações e na educação profissional, uma série de etapas precisa ser realizada. Para cada uma das etapas existe uma publicação especial, que constitui uma Série, relacionada a um mesmo setor. As Séries são as seguintes:

- **Série Estudos Setoriais:** contém as trajetórias tecnológicas e os padrões organizacionais dominantes, bem como, a capacidade de investimento do setor;
- **Série Listas de Tecnologias Emergentes:** contém a relação de tecnologias descritas para o painel delphi, bem como aquelas selecionadas pelo mesmo painel, em função das taxas estimadas de difusão;
- **Série Listas de Modelos Organizacionais:** contém as novas formas de organização do trabalho na produção que serão adotadas pelas empresas de um dado setor;
- **Série Ocupações Emergentes:** reúne as ocupações e funções novas e emergentes em cada setor industrial pesquisado;
- **Série Análise de Tendências Ocupacionais:** apresenta, para um dado setor, as estimativas de crescimento do emprego para três anos seguintes ao ano base, bem como as estimativas de variação de cada ocupação selecionada, a partir do crescimento do emprego setorial;
- **Série Sistemas Comparados de Educação Profissional:** apresenta os resultados de estudos voltados a identificar as respostas de sistemas de educação profissional de outros países;
- **Série EM TEMPO:** registra as principais conclusões e recomendações resultantes de uma Antena Temática.

As séries de publicação serão as principais fontes públicas de informação de prospecção para cada setor pesquisado e, periodicamente, deverão ser atualizadas.

Além disso, cada Observatório está criando um Sistema de Informações, com mecanismos de atualização permanente e constituição de redes de informantes-chave. Critérios de acesso a estes sistemas, bem como o estabelecimento de mecanismos de compensação, estão sendo criados pelos grupos de coordenação e de execução do Modelo Senai de Prospecção.