

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
Engenharia de Produção
SEM-274 - TECNOLOGIA E ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL - PROF. ALFREDO COLENCI

FORMAÇÃO DE CAPACITAÇÃO NA EMPRESA E
.....
PRODUTIVIDADE *
.....

Afonso Carlos Correa Fleury
Dep. de Engenharia de Produção
Escola Politécnica da USP.

(*) Trabalho apresentado no Simpósio sobre CNC, SOBRACON, SP, agosto 91. O autor é Professor Livre Docente do Curso de Eng. Produção.

São Carlos 1991
Publicação 092/91

TECNOLOGIA E CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA

Na concepção de tecnologia adotada em nosso trabalho, descartamos a idéia de que qualquer tipo de equipamento, componente ou produto seja tecnologia. Um robot ou máquina-ferramenta de comando numérico são equipamentos, assim como um microprocessador é um componente.

Avançando sobre a definição proposta por Sabato e McKenzie (1981), partimos da idéia de que tecnologia é um pacote de informações organizadas, de diferentes tipos (científicas, empíricas...), provenientes de várias fontes (descobertas científicas, patentes, livros, manuais, desenhos...), obtidas através de diferentes métodos (pesquisa, desenvolvimento, cópia, espionagem...), utilizado na produção de bens e serviços.

Os conhecimentos e as habilidades empregadas na produção desses pacotes tecnológicos constituem a capacitação tecnológica. Fransman (1986, p.4) define capacitação tecnológica como "o conjunto de competências envolvidas na transformação de insumos em produtos" Acrescenta ainda que devemos fazer uma distinção entre o estoque de capacitação tecnológica e as adições a esse estoque. Este último ponto pode ser associado ao conceito de aprendizagem tecnológica, proposto por Katz (1976). Diz respeito ao processo evolutivo através do qual as empresas criam e desenvolvem a capacitação para produzir "pacotes tecnológicos".

ESTÁGIOS NA FORMAÇÃO DE CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA

O conceito de "trajetória tecnológica" já foi utilizado para a análise do surgimento e difusão de novas tecnologias, como é o caso da microeletrônica (Dosi, 1982).

Em nosso estudo, o foco é diferente. A unidade básica é a empresa industrial e o eixo de análise é a sua evolução em termos de capacidade para aplicar e/ou produzir essas "novas tecnologias", de maneira ótima para atender às demandas de mercados.

Não obstante, compartilhemos, do ponto de vista de Pavitt (1984), de que capacitação tecnológica é "específica da firma, cumulativa e diferenciada de empresa para empresa", temos observado que a trajetória de capacitação tecnológica inclui quatro estágios consecutivos:

- 1E - Sensibilização tecnológica
- 2E - Prática tecnológica
- 3E - Mestria tecnológica
- 4E - Excelência tecnológica

Esta trajetória é justificada pelos requisitos do próprio processo de aprendizagem tecnológica, evoluindo dos conceitos mais simples e básicos para os mais elaborados.

Sensibilização tecnológica

Os fundamentos do processo de formação de capacitação tecnológica estão associados a um claro entendimento da sua natureza e dos seus dois elementos básicos:

- a) informação, ou melhor, informações organizadas como já mencionamos anteriormente;
- b) recursos humanos, que são os elementos ativos, ou seja, aqueles que possuem o conhecimento e a habilidade necessária para organizar a informação necessária para a produção de bens e serviços.

Parece-nos importante ressaltar que esta abordagem analítica não vai prescindir dos estudos tradicionais na área de gestão de tecnologia (tais como, transferência de tecnologia), mas deve precedê-los na prática concreta das empresas industriais.

Por outro lado, fica implícito em nossa colocação que:

- c) a empresa industrial é concebida basicamente como um sistema de informações;
- d) a capacitação tecnológica está associada a todas as funções organizacionais que se relacionam ao processo produtivo, ou seja, desde marketing até comercialização, e não concentrada em Pesquisa e Desenvolvimento como é usualmente aceito;

e) o tratamento sistemático das informações técnicas e técnico-econômicas se constituem no fulcro do processo de gestão da capacitação tecnológica; isto significa que os meios nos quais a informação flui e/ou é registrada e o processo de comunicação técnica através de manuais, desenhos, plantas, computadores, etc. devem ser adequadamente administrados.

Esta abordagem pode parecer por demais limitada ou baixo nível: a "cozinha do processo tecnológico". Porém, é a partir de um claro entendimento desta lógica que se faz possível traduzir a importância estratégica do fator tecnologia para toda a empresa.

Na prática isto significa recuperar o valor da função manufatura para a estratégia competitiva das empresas industriais. Uma analogia proposta por Robert Hayes, da Universidade de Harvard, num recente estudo sobre os problemas de produtividade da indústria americana exemplifica bem este ponto. Para este autor, as empresas americanas são como que motores de quatro cilindros: Marketing, Finanças, Jurídico e Manufatura. Os problemas da indústria americana decorrem do fato de que o quarto cilindro, a Manufatura, não tem faísca e, portanto, não há combustão. Os outros três cilindros arrastam o quarto cilindro, com a conseqüente perda de eficiência para o sistema como um todo. Uma possível revalorização da função Manufatura significaria, então, um enorme salto em termos de eficiência e produtividade.

Por outro lado, a percepção da importância estratégica da manufatura é totalmente diferente para as empresas japonesas. Neste caso a ênfase em Manufatura é considerada vital para a capacitação tecnológica. Para Eiji Toyoda, chairman da Toyota: "Quando se trata de desenvolvimento tecnológico, ao contrário do acadêmico, novas tecnologias emergem somente a partir da prática da produção perfeita". (1985, p.2)

No sentido de tornar mais objetiva a nossa proposta, gostaríamos de elaborar como deveria proceder uma empresa que, tendo operado sem maiores preocupações com a formação de capacitação tecnológica, passasse efetivamente a considerar esta última como relevante e estratégica.

As ações necessárias estão representadas na Figura 1, de maneira esquemática. Observa-se que, na coluna da esquerda, estão citadas as funções que estão diretamente vinculadas ao fluxo de informações tecnológicas.

FIGURA 1 - SENSIBILIZAÇÃO TECNOLÓGICA

FUNÇÕES ORGANIZACIONAIS	ATIVIDADES
ADMINISTRAÇÃO MARKETING P & D	<p>OBJETIVOS EMPRESARIAIS ———→ (RE) ELABORAÇÃO ESTRATEGIA</p> <p>PREVISÃO MERCADO ———→ (RE) ELABORAÇÃO ESTRATEGIA</p> <p>PREVISÃO MERCADO ↔ AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA</p> <p>AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA ———→ (RE) ELABORAÇÃO ESTRATEGIA</p>
PRODUÇÃO ENGENHARIA	<p>TORNAR EXPLICITOS OS SISTEMAS DECISÕES OPERACIONAIS</p> <p>ESTRUTURAR E PADRONIZAR SISTEMAS DE INFORMAÇÃO</p> <p>(RE) APRENDER TECNOLOGIA PROCESSO</p> <p>REORGANIZAR O TRABALHO</p> <p>RACIONALIZAR MATERIAIS E COMPONENTES</p>

Estas funções estão agrupadas em dois grandes blocos na medida em que a reconsideração da tecnologia na estratégia da empresa exige, num primeiro momento, esforços em dois planos distintos. Ao nível do processo produtivo o esforço é dirigido no sentido de (re)aprender a tecnologia de processo, o que é conseguido na medida em que os sistemas de decisão operacionais são tornados explícitos e os sistemas de informação que suportam a operação são estruturados e padronizados. Trata-se, então, de organizar a informação que está sendo utilizada na operação do sistema.

Ao nível da alta administração é preciso (re)enquadrar a tecnologia na estratégia competitiva da empresa. Isto implica numa análise prospectiva de mercados e de "tecnologias" que, considerados à luz dos objetivos da empresa, resulta num reposicionamento estratégico e no delineamento de diretrizes estratégicas para a manufatura. Algumas metodologias recentemente elaboradas como as de Hayes, Wheelwright e Clark (1988) podem apoiar esse processo.

Esses esforços devem resultar em benefícios imediatos, tais como:

- identificação de inconsistências em critérios de operação e assim como de gargalos, o que deve permitir a otimização do sistema;
- descortinamento de fontes de conflito interdepartamental e a conseqüente melhoria de comunicação e um início de processo de integração horizontal.

A um prazo mais longo, outros resultados deverão ser alcançados:

- aumento da capacitação para reverse engineering;
- aumento da capacitação para organização de informações;
- aumento da capacidade de análise crítica no que diz respeito a organização do processo produtivo.

Ao nível estratégico, o benefício maior será associado à incorporação da Manufatura como função estratégica.

Prática tecnológica

Uma vez que os elementos básicos do processo de capacitação tecnológica estejam devidamente identificados, torna-se possível para a empresa implantar a prática tecnológica.

As empresas que relacionam tecnologia exclusivamente a P&D jogam todas as suas energias em atividades de laboratório. Mas, se uma empresa pretende que a capacitação tecnológica envolva a maioria de suas funções e funcionários, então a tática precisa ser diferente: a rede de relações causais ligadas à produção e à produtividade precisa ser claramente delineada e um sistema de indicadores precisa ser elaborado de modo a permitir que processos de experimentação sejam conduzidos em todos os níveis e setores da empresa.

As empresas japonesas denominam este estágio de "melhoria contínua". Mas o que significaria "melhoria contínua" senão um processo de experimentação generalizado, organizado e controlado?

Para que o processo de experimentação possa ser aplicado nessa escala, um sistema de indicadores integrados e confiáveis é indispensável. Caso contrário, não haveria possibilidade de coordenar um grande número de grupos de pessoas que estão experimentando, buscando relações específicas de causa-e-efeito e analisando e interpretando os resultados com vistas ao aumento da produtividade local.

O exemplo da Toyota no desenvolvimento do Just-in-Time é ilustrativo. O esforço inicial foi executado por um Grupo de qualidade e o desenvolvimento do método exigiu nove anos de experimentação.

Recentemente, participamos de um projeto numa empresa brasileira que se dizia estar introduzindo o Just-in-Time. O processo de desenvolvimento foi iniciado quando um dos grupos de gestão da produção se perguntou: "Por que mantemos os níveis de estoque tão altos? O que aconteceria se reduzíssemos em 10%? Vamos experimentar". Como a produção não foi afetada e os custos foram reduzidos, tentou-se uma nova redução nos níveis de estoque. Com isto, algumas dificuldades surgiram na programação da produção. Neste ponto, o grupo se questionou sobre os critérios de sequenciamento da produção: "Por que será que o Produto A é sempre produzido em lotes deste tamanho e sempre nas segundas-feiras, enquanto que o Produto B..., etc". A lógica do planejamento e programação da produção foi revista, e, assim, continua o processo.

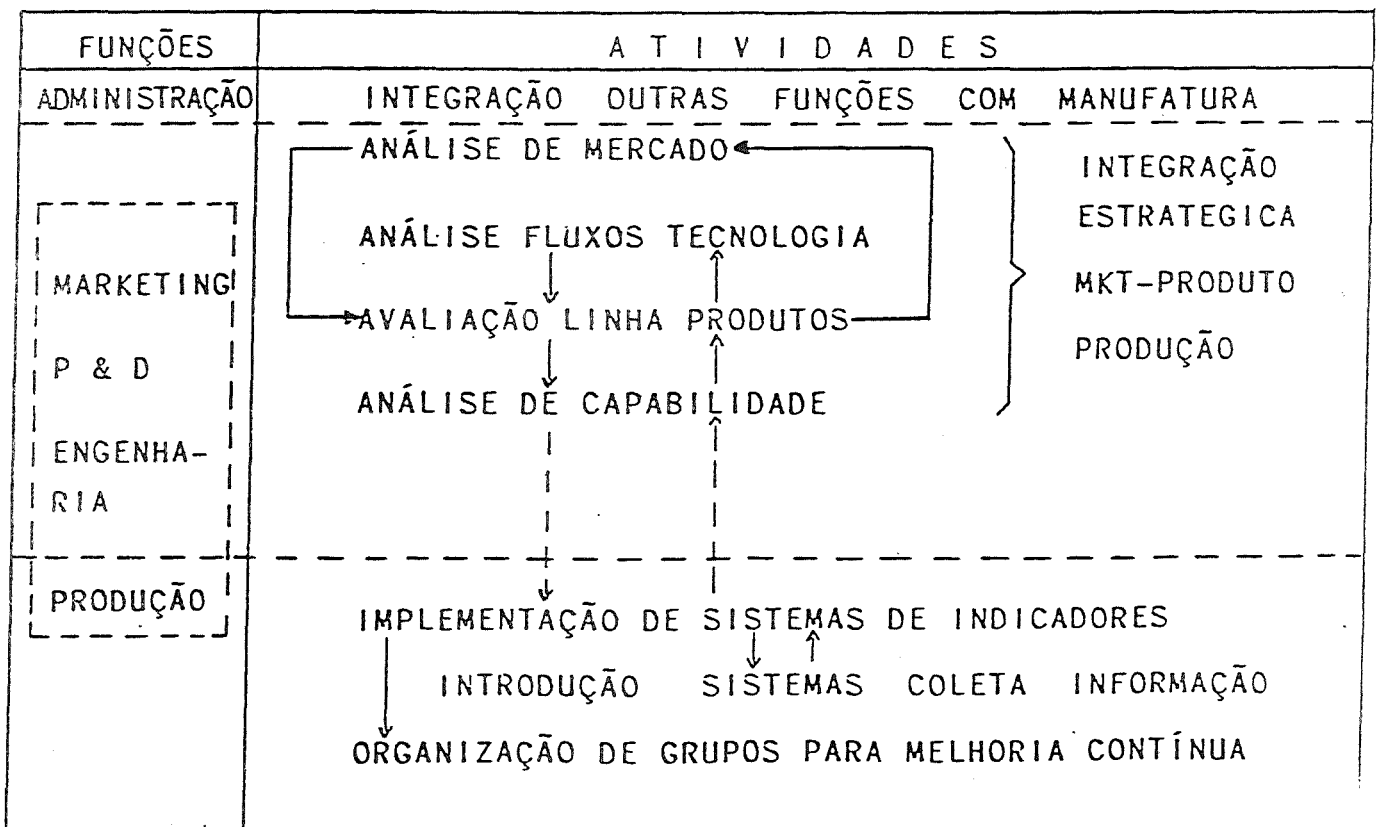
Difícilmente alguém diria que esta empresa introduziu o sistema Just-in-Time como existe na Toyota hoje em dia. Não obstante, esta empresa brasileira está procedendo como a Toyota procedeu. O princípio é o mesmo: experimentação controlada na busca de aumentos incrementais de produtividade: melhoria contínua.

Desta maneira, a prática tecnológica diz respeito a algo mais do que as práticas estritamente laboratoriais. Os recursos humanos de uma empresa devem estar preparados para conduzir experimentos cotidianamente, cujos resultados devem estar coordenados e integrados por um sistema de indicadores.

Se retornarmos ao caso hipotético que elaboramos anteriormente, quais seriam as atividades necessárias e os resultados esperados para este segundo estágio?

A Figura 2 esquematiza as atividades necessárias. Observa-se que as funções organizacionais passam a trabalhar mais integradas.

FIGURA 2 - PRÁTICA TECNOLÓGICA



Ao nível do processo produtivo, as atividades dizem respeito à organização para a melhoria contínua. É importante frizar que isto só será possível se as atividades descritas no Estágio 1 tiverem sido satisfatoriamente desenvolvidas. Mais especificamente, a explicitação dos sistemas de decisão operacional e sua formalização, assim como o estabelecimento de diretrizes estratégicas para a manufatura são indispensáveis para a montagem de sistemas de indicadores consistentes.

Ao nível da gestão das atividades de Engenharia o que se observa é a elaboração de uma estratégia de médio prazo que integra análise de mercado, revisão de linha de produtos, avaliação dos fluxos (internos e externos) de informação tecnológica e a capacidade do sistema de produção. É a partir desta análise que se especifica:

- que famílias de produtos devem ser desenvolvidas para quais mercados;
- quais serão os critérios para avaliação da qualidade do produto;
- qual deve ser o grau de flexibilidade das diferentes funções;
- qual deve ser a configuração organizacional das diferentes funções e como elas devem ser integradas na operação cotidiana.

Finalmente, ao nível da alta administração os esforços maiores devem estar voltados para o estabelecimento da consistência entre os requisitos para operação ótima da função Manufatura e as outras funções da empresa, especialmente Recursos Humanos, Finanças e Contabilidade.

A curto prazo os resultados esperados serão:

- o atingimento de condições básicas para a introdução de técnicas como Controle Total de Qualidade, Tecnologia de Grupo e MRP;

- a integração operacional das funções tecnológicas;
- o estabelecimento de uma dinâmica organizacional para melhoria contínua.

A prazo médio os resultados incluem:

- capacitação em termos de experimentação controlada;
- capacitação em termos de identificação, busca a absorção de tecnologia;
- capacitação gerencial para a descentralização do processo decisório.

Mestria Tecnológica

Na medida em que a capacitação tecnológica ao nível operacional se consolide e que as diretrizes e a estrutura para a capacitação tecnológica ao nível da Engenharia estejam estabelecidas, a empresa pode se mover para o terceiro estágio.

Neste estágio, as mudanças mais significativas se situam ao nível da Engenharia, especialmente na sua articulação com agentes externos. A empresa domina um volume de informações técnicas e tem uma organização interna que a habilita a uma estratégia de mercado baseada no sistemático desenvolvimento e produção de novos produtos.

Ao mesmo tempo, esta capacitação já permite uma série de arranjos com agentes externos, sejam fornecedores de tecnologia (através de licenciamentos, joint-ventures,...), sejam fornecedores de insumos ou mesmo de equipamentos.

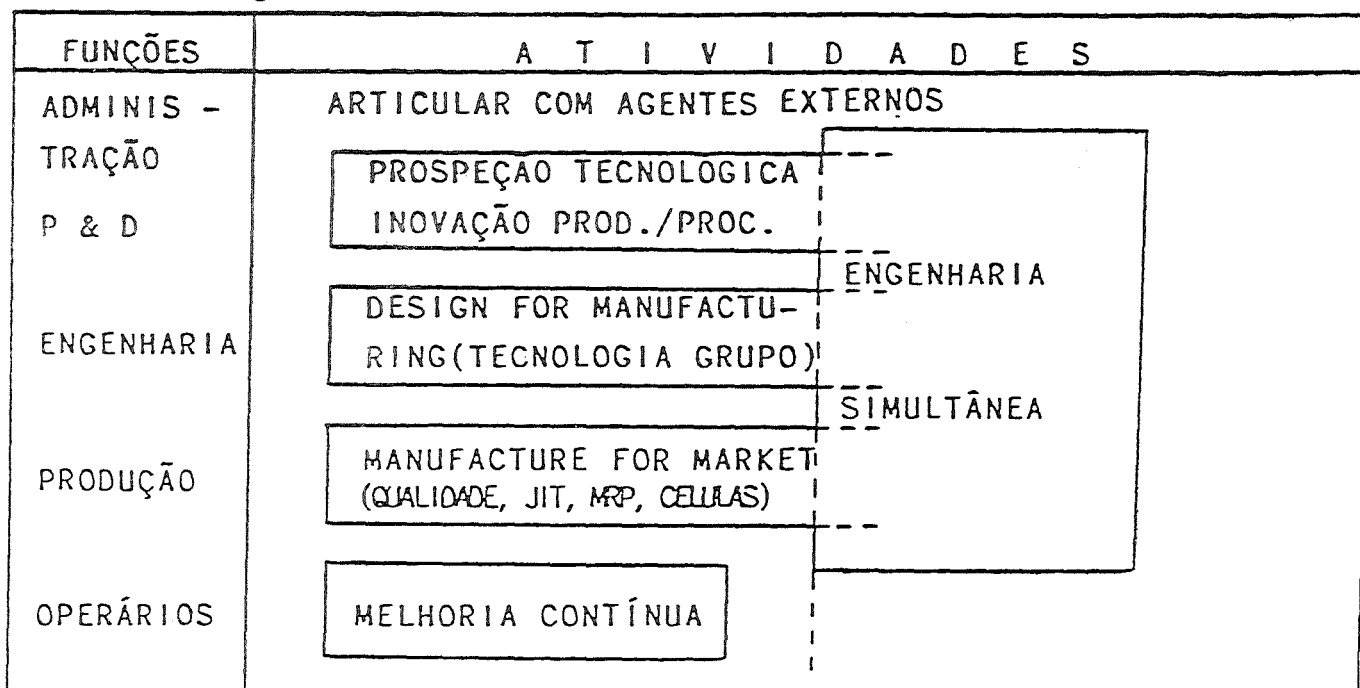
Assim, no nível da alta administração, os esforços passam a ser as negociações inter-organizacionais, especialmente aquelas que envolvem esforços cooperativos.

No plano interno, os esforços devem se concentrar na implementação dos modernos conceitos de manufatura dentro de uma

lógica integradora. Assim, P&D, Engenharia e Produção trabalham de maneira integrada (Simultaneous Engineering), enquanto aplicam metodologias adequadas a integração dos fluxos de informação e decisão.

A Figura 3 esquematiza este estágio.

FIGURA 3 - MESTRIA TECNOLÓGICA



Finalmente, ao nível da produção permanecem os esforços para a melhoria contínua.

Excelência tecnológica

Este estágio representa a consecução de uma proposta de formação de capacitação tecnológica. Esta capacitação torna-se, então, um ativo da empresa, tendo valor de troca no mercado. É um trunfo com o qual a empresa pode negociar.

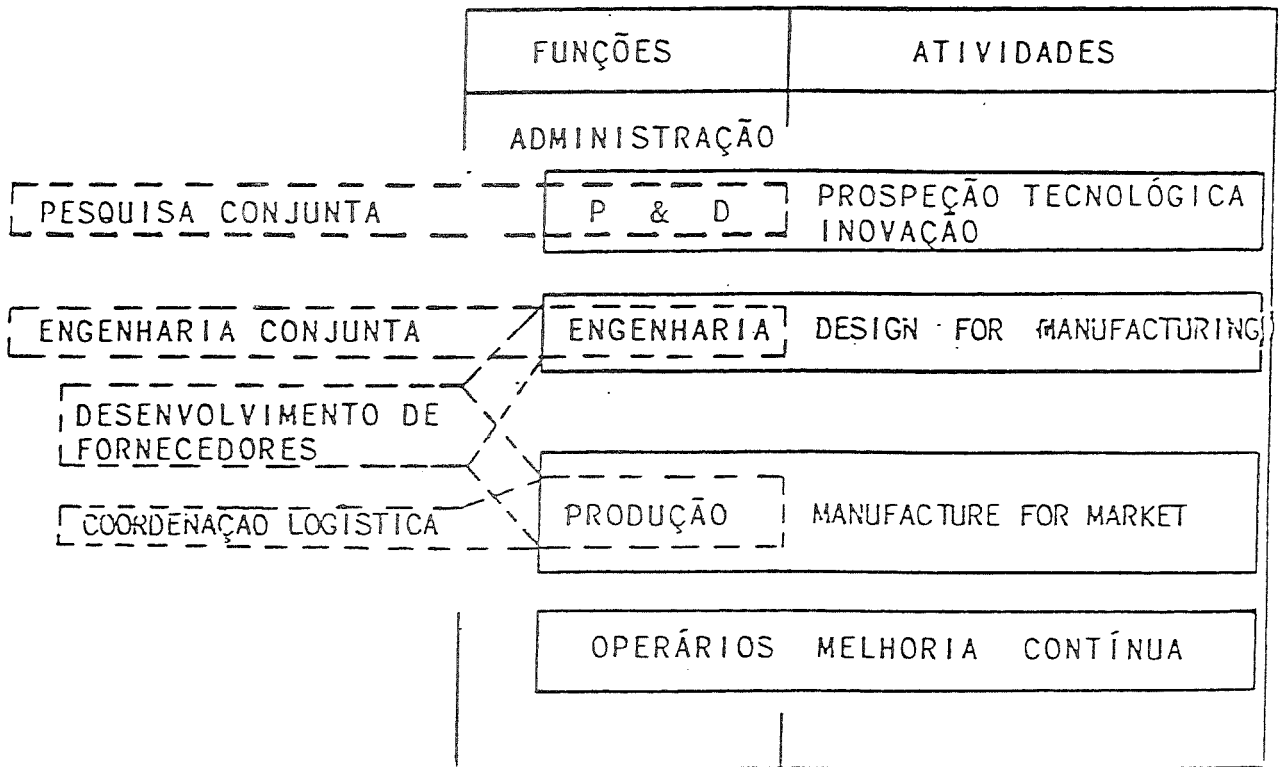
Isto significa não só a possibilidade de vender "pacotes tecnológicos", mas, principalmente, participar de esforços conjuntos no desenvolvimento de novos produtos ou mesmo de novos conhecimentos. A empresa passa a ter condições de desenvolver fornecedores, transferindo-lhes parte de seus conhecimentos e

capacitação. Passa a ter plenas condições de criar esquemas de coordenação logística, num esquema de Just-in-Time externo.

No plano interno, passa a integrar de maneira consistente o seu sistema de informações e a planejar estratégias de modernização do sistema de produção com vistas à introdução de automação industrial.

A Figura 4 ilustra estes pontos.

FIGURA 4 - EXCELÊNCIA TECNOLÓGICA



A atividade da alta-administração passa a ser de prospecção e planejamento a prazo bastante longo.

Limites do modelo

Como todo construtor, o modelo de trajetória de capacitação tecnológica apresenta limitações que precisam ser explicitadas.

O primeiro ponto diz respeito ao isolamento da dimensão capacitação tecnológica em relação a outros fatores que

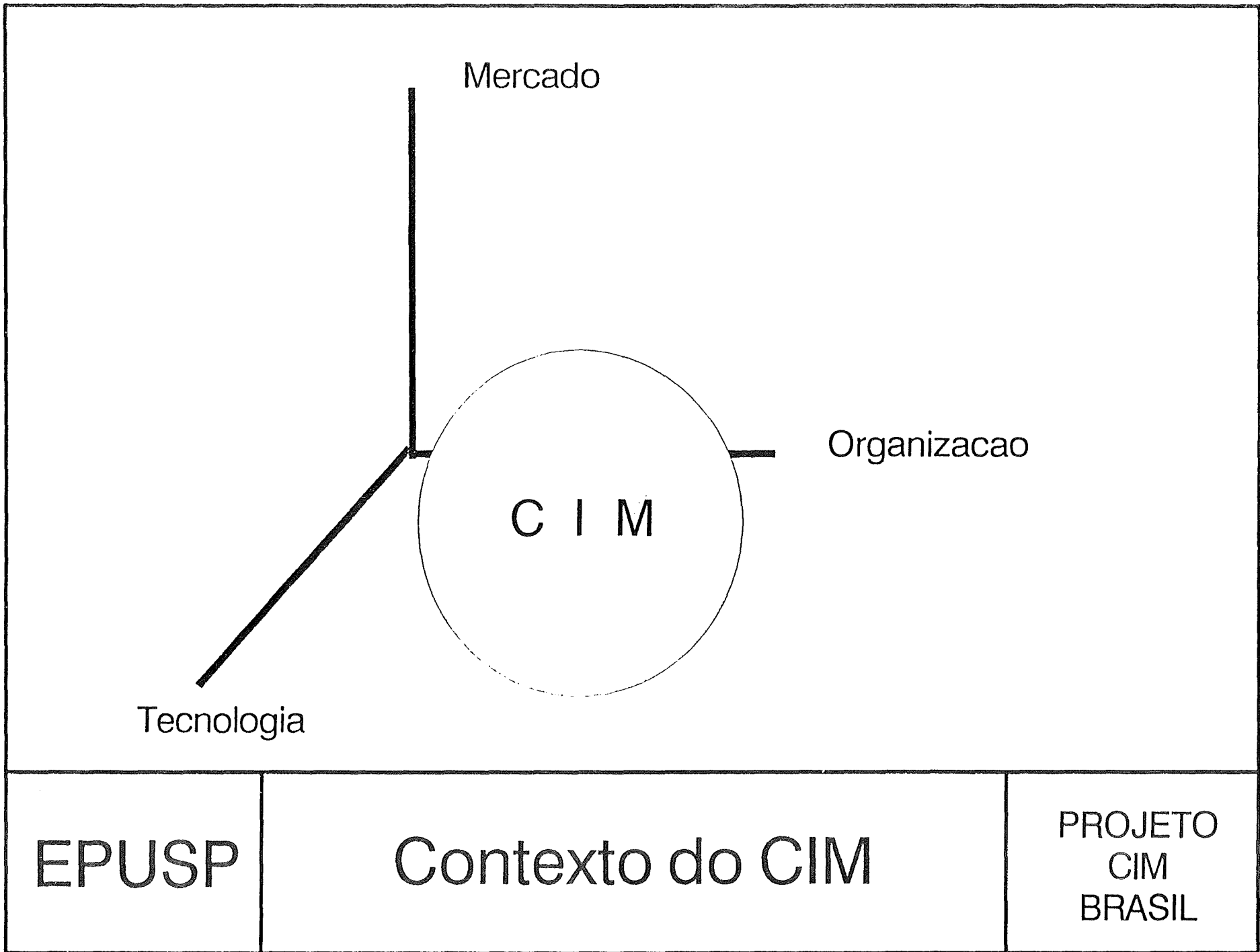
influenciam o comportamento da empresa. Estes fatores dizem respeito não só a condicionantes macro, como de política econômica e de comércio exterior, ou de legislação, até fatores micro como a postura empresarial e a competência gerencial.

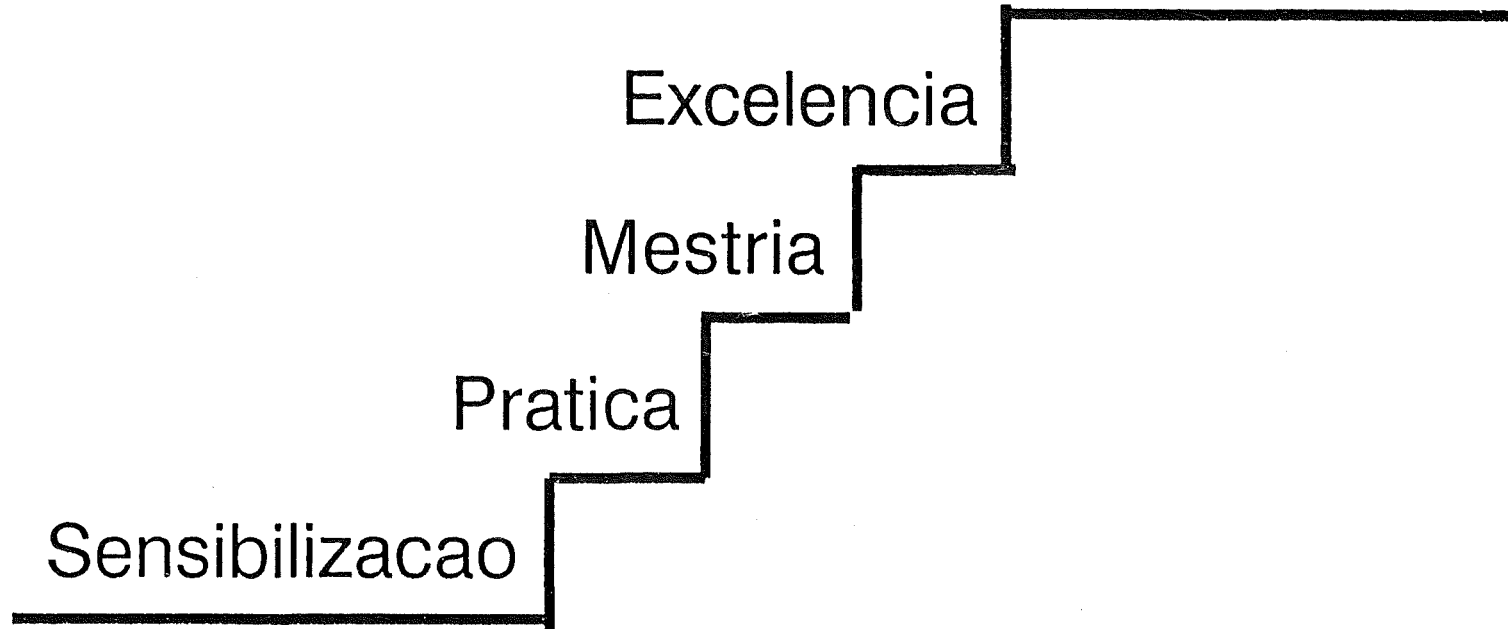
É nossa opinião, porém, que a maneira mais adequada de criar condições para competitividade, independentemente de questões macro, é buscar a capacitação tecnológica. Esta vai dar à empresa condições para lidar com a turbulência ambiental, seja qual for sua origem. Por outro lado, se não houver interesse ao nível empresarial e competência ao nível gerencial, ficam praticamente eliminadas as possibilidades de formação de capacitação tecnológica.

Uma segunda restrição advém do fato de considerarmos fundamentalmente empresas grandes ou em processo de crescimento. Teremos ainda que incorporar questões relacionadas a redes de empresas e sua capacitação coletiva, especialmente quando se trata de redes de pequenas e médias empresas.

A terceira restrição diz respeito ao ajuste do modelo a casos específicos. Neste ponto cremos que o modelo pode retratar melhor ou pior o comportamento de determinadas empresas, dependendo da ênfase que foi dada à formação de capacitação tecnológica a partir de sua criação. É perfeitamente possível que uma empresa tenha se constituído e crescido sempre tratando a questão da capacitação tecnológica de maneira intempestiva, como problema de menor monta. Essa empresa pode, então, apresentar uma miscelânea de características dos diferentes estágios. Neste caso, poderíamos inferir que tal empresa apresenta deficiências em termos de produtividade e competitividade. A correção de tais deficiências exigiria que a empresa repassasse os diferentes estágios. A velocidade com que ela poderia fazê-lo dependeria, mais uma vez, do quanto de capacitação tecnológica tivesse permanecido.

Em termos de potencial, o modelo pode servir de guia para administração de empresas individuais e mesmo para analisar e orientar o processo de formulação de políticas.



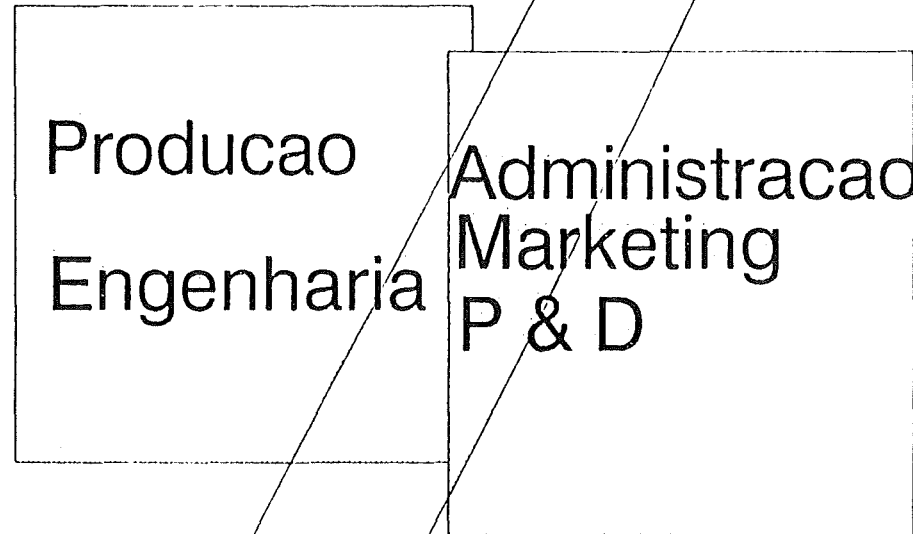


EPUSP

Trajectoria Tecnologica

PROJETO
CIM
BRASIL

Pratica Tecnologica

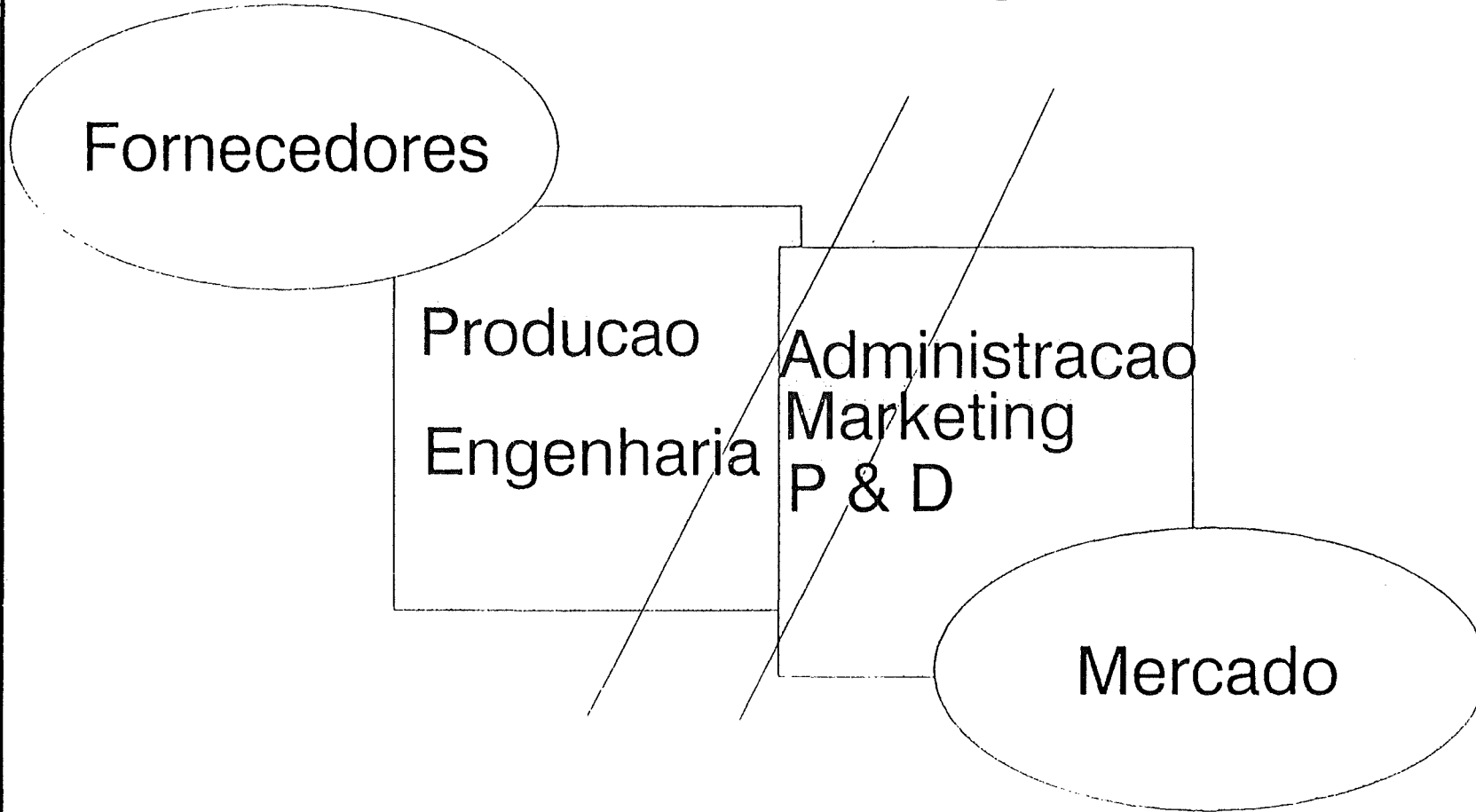


EPUSP

Trajectoria Tecnologica

PROJETO
CIM
BRASIL

Mestria Tecnologica

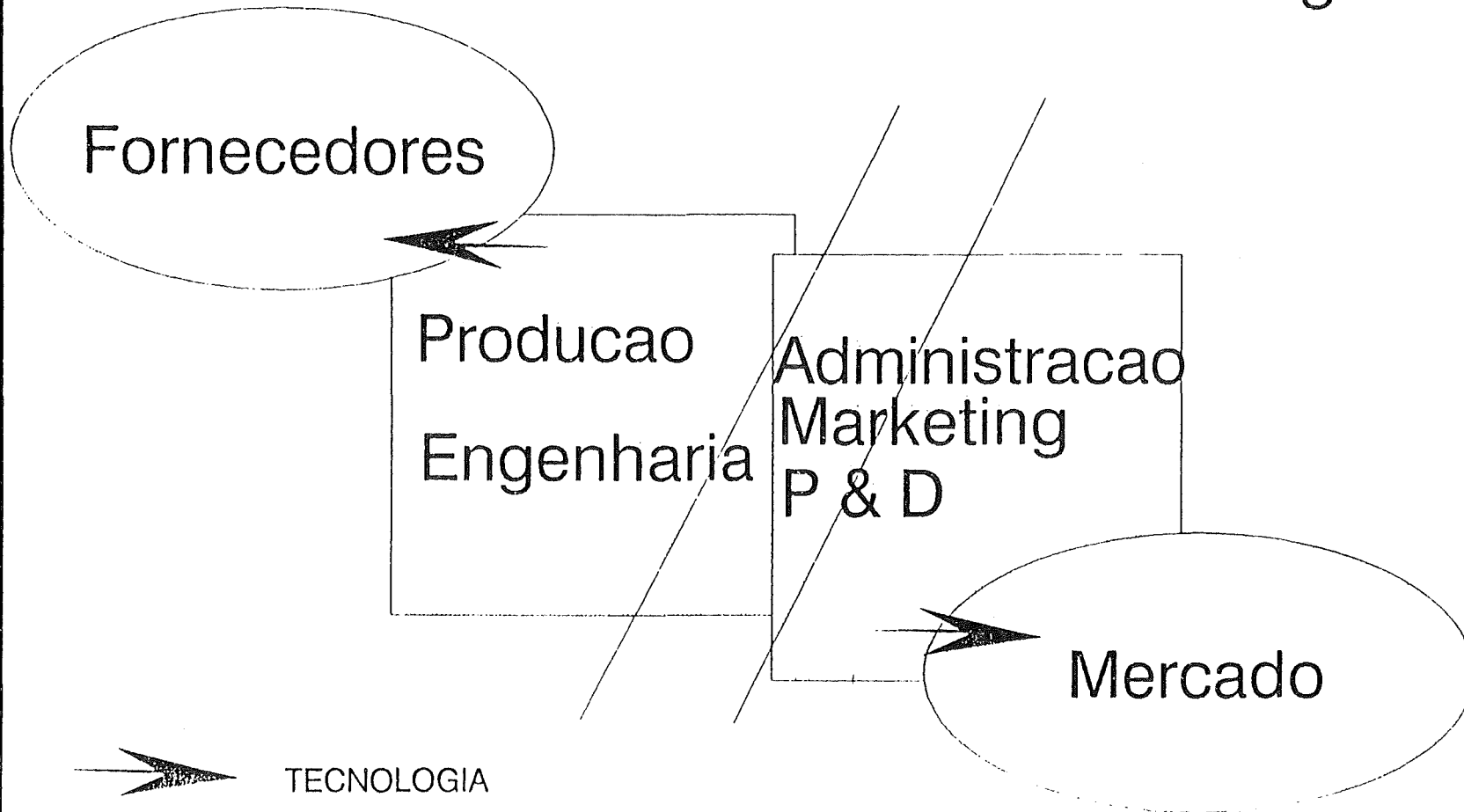


EPUSP

Trajectoria Tecnologica

PROJETO
CIM
BRASIL

Excelencia Tecnologica



EPUSP

Trajectoria Tecnologica

PROJETO
CIM
BRASIL

Sensibilizacao

Producao
Engenharia

Administracao
Marketing
P & D

EPUSP

Trajectoria Tecnologica

PROJETO
CIM
BRASIL