

A INFORMAÇÃO: INSUMO E PRODUTO DO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO*

Dorodame Moura Leitão
Assistência de Planejamento
Centro de Pesquisas e Desenvolvimento
Leopoldo A. Miguez de Mello. PETROBRÁS
Rio de Janeiro, RJ.

1 - INTRODUÇÃO

A interrelação existente entre informação e desenvolvimento tecnológico é óbvia e, aparentemente, fácil de ser entendida e administrada.

Contudo, na prática tal não ocorre, principalmente pela falta de compreensão de como o fluxo da informação se passa e das dificuldades envolvidas na utilização da informação. Este último aspecto pode ser dramatizado pelo resultado de estudos sobre o assunto, os quais concluíram estar todo

* Artigo baseado na apresentação feita no painel "Informação e desenvolvimento tecnológico", do XIII Congresso Brasileiro de Bibliotecnomia e Documentação, realizado em Vitória, ES, de 15 a 19 de julho de 1985.

RESUMO

Analisa o papel da informação no desenvolvimento tecnológico, visto como um processo de aprendizado. Com o objetivo de melhor compreender o fenômeno a nível macro, de país, é avaliado, inicialmente, o relacionamento entre o fluxo da informação e o aprendizado tecnológico a nível micro, que ocorre com o indivíduo. Essa análise inicial realça os aspectos psicológicos e sociológicos envolvidos nesse relacionamento. A avaliação a nível de empresa e de país, feita por analogia, permite ressaltar os ângulos políticos, culturais e económicos. Nesses níveis de agregação maior, os elementos básicos do fluxo da informação, como as barreiras e os códigos, assumem características políticas de grande importância para o entendimento da questão tecnológica a nível mundial. Discussão das diferenças existentes no papel da informação em países desenvolvidos e em desenvolvimento. O entendimento de tais diferenças permitirá, aos países em desenvolvimento, a adoção de políticas adequadas ao seu estágio tecnológico no sentido de conseguir uma autonomia tecnológica que permita dominar e controlar o fluxo de informação tecnológica que circula no país.

Descritores: informação; Fluxo da Informação; Informação tecnológica/Países desenvolvidos/Países em desenvolvimento.

mundo escrevendo e falando (explosão da informação), mas ninguém lendo ou escutando.¹

Nos países desenvolvidos, já existe uma preocupação muito grande com o assunto, devido ao surgimento, nos últimos anos, de dois importantes fatos. O primeiro refere-se à referida explosão da informação, e que tem provocado o surgimento de maiores preocupações e estudos dedicados às questões envolvidas com a compreensão e aperfeiçoamento do fluxo dessa informação.

O segundo fato, diretamente relacionado com o primeiro, é a crescente expectativa por parte de empresas, governo e do público em geral, com a utilização dessa informação, de forma que ela possa redundar em benefícios para a sociedade.

Esses dois aspectos, disseminação e utilização da informação, têm sido objeto de muitos estudos e análises, tendo recentemente sido identificados 4.000 artigos e livros diretamente ligados ao tema.²

Nos países em desenvolvimento, existe um complicador adicional que é a falta de entendimento do processo de desenvolvimento tecnológico desses países e, por consequência, das diferenças básicas existentes, no papel dos principais atores e no fluxo da informação, entre os processos de desenvolvimento tecnológico de países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Por esses motivos, no presente estudo procuraremos analisar o relacionamento entre informação e desenvolvimento tecnológico sob dois enfoques. No primeiro será avaliado, conceitualmente, o relacionamento do fluxo da informação com o desenvolvimento tecnológico. Para tanto, este último será considerado como um processo de aprendizado, que ocorre a nível do indivíduo, através do recebimento de informações que lhe possibilitarão o aumento do seu estoque de conhecimentos tecnológicos.

Para que não nos limitemos aos aspectos puramente psicológicos e sociológicos do estudo do fluxo da informação e possamos avaliar seus efeitos políticos, culturais e econômicos, procuraremos, além de

estudar a relação entre o fluxo da informação e o aprendizado tecnológico, a nível individual, também analisar estágios maiores de agregação, tais como a nível de empresa e de país.

No segundo enfoque, o presente estudo avaliará as diferenças existentes no relacionamento entre o fluxo da informação e o aprendizado tecnológico, para países desenvolvidos e em desenvolvimento. Para tanto, utilizaremos um modelo que, recentemente, sugerimos para o processo de aprendizado tecnológico de países em desenvolvimento.³ Nesta análise será usado, também, um modelo proposto para estudo do fluxo da informação, através da avaliação de duas de suas principais características: a codificação e a divulgação.⁴

2 - RELACIONAMENTO ENTRE O FLUXO DA INFORMAÇÃO E O APRENDIZADO TECNOLÓGICO

2.1 - A NÍVEL DO INDIVÍDUO

O desenvolvimento tecnológico de uma empresa ou de um país tem sua base no aprendizado tecnológico que ocorre a nível de indivíduo. Por esse motivo é importante analisarmos o fluxo de informação que ocorre nesse nível e como ele se interliga com o processo de aprendizado.

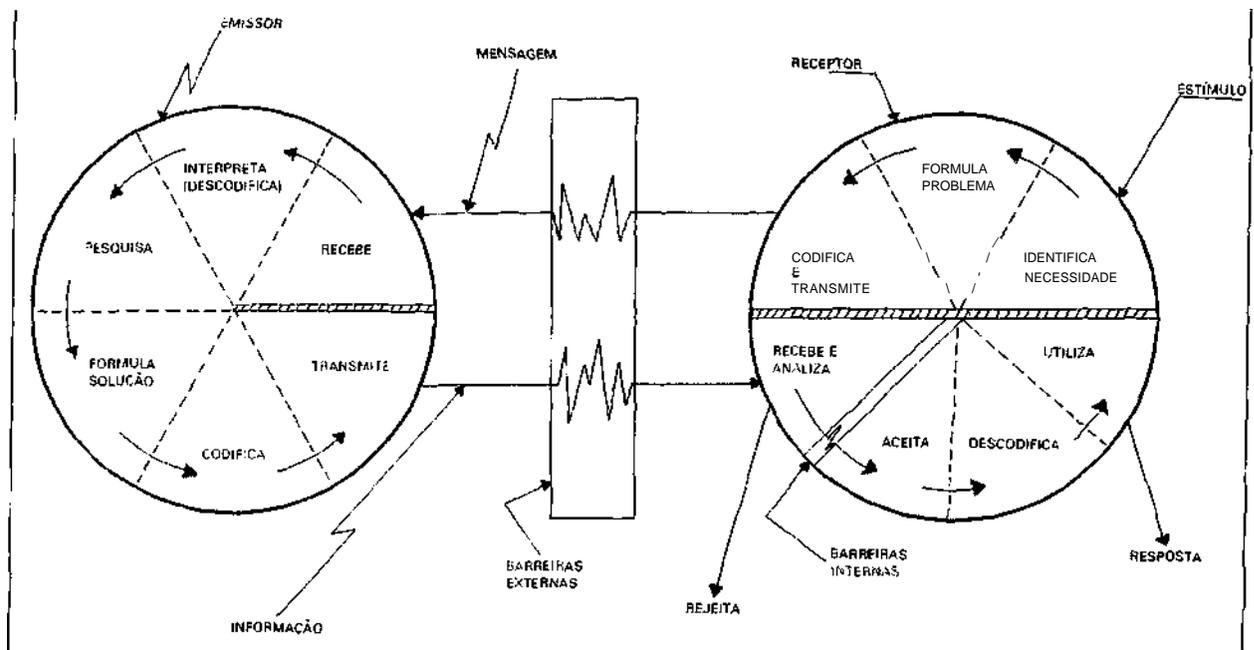


Figura 1 Fluxo da informação e aprendizado a nível do indivíduo

FONTE¹. Adaptado de HAVELOCK, R.G. planning for innovation through dissemination and utilization knowledge - Univ. of Michigan, 1979.

2.1.1 - O fluxo da informação

A Figura 1 apresenta, de forma esquemática, como se processa o fluxo da informação a nível do indivíduo. Simplificadamente, podemos considerar que o processo possui três elementos principais: um emissor, uma mensagem (a informação) e um receptor.

O receptor é o indivíduo que está sendo submetido ao aprendizado tecnológico. A mensagem é a informação que aumentará seu estoque de conhecimentos e o emissor pode ser outro indivíduo ou qualquer outra fonte de conhecimento, como a literatura corrente, relatórios, gráficos etc.

Contudo, existem outros importantes elementos nesse processo, que são as barreiras ou ruídos que interferem na transmissão da mensagem; os códigos que permitem que os conhecimentos sejam transformados em informações e o canal através do qual a mensagem é transmitida.

Dessa forma, o processo é bastante complexo, uma vez que se passa em duas vias e com barreiras internas e externas aos personagens.

Conforme pode ser visto na Figura 1, o início do processo é determinado pela identificação da necessidade de um conhecimento tecnológico por parte do indivíduo sujeito ao processo de aprendizado, isto é, o receptor. Após identificada a necessidade, é formulado um problema ou uma questão e esta é transmitida ao receptor através de uma mensagem.

O emissor recebe a mensagem de solicitação de informação, a interpreta, pesquisa uma solução, formula uma resposta, a codifica e transmite-a sob a forma de outra mensagem, que é a informação solicitada.

É importante salientar-se que, tanto na solicitação da informação, como na sua transmissão, as mensagens atravessam barreiras interpessoais ou externas que podem prejudicar seu entendimento ou aceitação.

Finalmente, o receptor recebe a informação e a analisa. Nesta etapa do processo, surgem novas barreiras, agora diretamente relacionadas com a aceitação ou rejeição da informação recebida. Essas são barreiras interpessoais ou internas e são dependentes das características psicológicas do receptor.

Em função dessas barreiras, a informação pode ser aceita ou rejeitada. Desde que aceita, ela é, então,

descodificada, absorvida e utilizada, encerrando-se o fluxo da informação.

2.1.2 - Barreiras e Códigos

Entre os elementos que influem na eficiência do fluxo da informação, dois se destacam e merecem alguma análise com o objetivo, não só de compreensão do processo, como para permitir seu aperfeiçoamento. São esses elementos, as barreiras que filtram, distorcem ou impedem o fluxo da informação e os códigos usados para a transmissão dos conhecimentos sob forma de informações.

a) - Barreiras Internas

As barreiras internas são devidas a características psicológicas das pessoas envolvidas no processo de comunicação, principalmente no receptor, uma vez que ele é o determinante do início e do fim do processo.

Por estarmos analisando o papel da informação no desenvolvimento tecnológico, estaremos sempre nos referindo neste trabalho ao fluxo da informação com vistas à efeíivacão de mudanças ou inovações.

De acordo com Havelock², são as seguintes as barreiras internas:

- baixo senso de competência e auto-estima: indivíduos que possuem confiança em suas habilidades, estão mais dispostos a aceitar sugestões novas e a avaliar novos conhecimentos que lhes são transmitidos. Por outro lado, a falta de confiança em si mesmo, leva as pessoas a temer erros e a não aceitar novas informações que levem a mudanças.
- personalidade autoritária: esse tipo de personalidade tende a ser dogmática e, portanto, fechada a inovações e mudanças. Pode funcionar, pois, como barreira à aceitação de novas informações.
- valores: os valores, compreendidos como um conjunto fechado de crenças e atitudes, podem ser uma importante barreira para a aceitação de inovações ou mudanças.
- necessidades: quando necessidades particulares são importantes para os indivíduos, inovações ou conhecimentos novos somente serão aceitos se satisfizerem essas necessidades.

Essas quatro características estão mais profundamente envolvidas com a estrutura psicológica e, por esse motivo, são mais *difíceis de serem modificadas*. Outras características, que

podem funcionar como barreiras internas, são, contudo, mais facilmente modificáveis e, portanto, importantes para atuação no melhoramento do fluxo da informação:

- experiência prévia: existem controvérsias entre os estudiosos do assunto sobre o funcionamento da experiência anterior como barreira. Contudo, pode ser admitido que indivíduos com alto nível de educação têm mais tendência em aceitar inovações.
- sentimento de ameaça: relaciona-se com sensações que levam as pessoas a sentirem-se ameaçadas quando têm que se defrontar com situações desconhecidas decorrentes de mudanças. Isso pode funcionar como barreira à aceitação de novas informações.
- sentimento de medo e ansiedade: esta é considerada uma variável muito complexa, não se podendo afirmar, *a priori*, que uma informação que induza o medo em um indivíduo funcionará ou não como barreira para a aceitação de mudanças. Aparentemente, se a pessoa tiver um nível grande de preocupação inicial, o aumento do medo funcionará como barreira.
- profecias auto-realizáveis: a tendência que têm as pessoas de prever comportamentos próprios ou de terceiros pode funcionar como barreira à aceitação de mudanças.
- distorção da informação nova: algumas pessoas tendem a evitar ou distorcer informações que contradizem suas crenças ou decisões e a procurar informações que as confirmem.
- resistência devido a atitudes assumidas anteriormente: muitas vezes há necessidade de se atuar no sentido de mudar atitudes para remover barreiras à adoção de inovações ou novas informações.
- a origem da informação: a aceitação e uso de uma informação pode estar ligada à sua origem. Muitas vezes o fato da informação ser originada em fontes familiares funciona como barreira para sua utilização ("santo de casa não faz milagres").
- pouco conhecimento sobre os benefícios da informação: pode ser uma barreira ao seu uso.

As barreiras internas, vistas sucintamente, são objeto de estudo da psicologia social, tratando-se de área em que dificilmente podem ser estabelecidas regras gerais, uma vez que lida com o comportamento do ser humano.

Assim, algumas características que podem resultar em barreiras à comunicação em certas situações.

podem não surgir em outras. Tudo dependerá se o novo conhecimento ou informação conflitar com atitudes, valores ou crenças do receptor.

Quando isso não ocorre, o receptor desenvolve uma avaliação mais racional com vistas ao uso da informação. Nesses casos, pode até ocorrer que indivíduos procurem informações contrárias às suas opiniões.

Resumindo as observações feitas sobre essas barreiras internas, podemos concluir que existem três importantes aspectos a levar em consideração com vistas à análise e remoção dessas barreiras.

O primeiro refere-se a necessidade de identificar a predisposição dos indivíduos com vistas a dar e principalmente a receber informações.

São características desses indivíduos:

- Estar insatisfeito com a situação existente
- Desejar mudanças
- Reconhecer, como úteis, recursos externos
- Ouvir, dar e receber "feedback"
- Procurar novas informações
- Ser flexível e atualizado.

O segundo fator refere-se a necessidade de serem antecipadas vantagens pela adoção de novas informações e conhecimentos para que estes possam ser mais facilmente aceitos. Tais vantagens podem estar expressas como retorno sobre o investimento, em termos de esforço, tempo ou dinheiro.

O terceiro aspecto refere-se ao fato de que as pessoas tendem a julgar racionalmente as alternativas que lhe são oferecidas, desde que as características básicas de sua personalidade não entrem em choque com a utilização dos novos conhecimentos que lhe são transmitidos².

Dessa forma, na análise de um fluxo de informação, há necessidade de se avaliar esses fatores, para favorecer as possibilidades de êxito do processo.

b) - Barreiras Externas

Além das barreiras internas ou intrapessoais, o fluxo da informação deve vencer barreiras externas ou interpessoais. Essas barreiras distorcem ou alteram tanto as mensagens de solicitação de informação, quanto as da informação propriamente dita. As principais barreiras externas são:^{1, 5, 6}

- semântica - esta é uma das mais importantes barreiras às comunicações interpessoais. É fato

conhecido o grande número de significados que uma palavra pode ter para diferentes pessoas.

- diferenças em conhecimento, cultura ou educação - muitas vezes, diferenças no nível de conhecimento provocam truncagens nas mensagens que não são entendidas pelos receptores.
- diferenças sociais, de posição ou "status" - quando essas diferenças causam ansiedade ou tensão, indivíduos de menor "status" rejeitarão informações de outros de maior "status".
- diferenças em percepção ou profissionais - aqui residem muitas das dificuldades de comunicação entre indivíduos que exercem atividades diferentes como pesquisa-operação; produção-comercialização, etc.
- excesso de informação - quando a informação é volumosa ou supérflua, ela pode não alcançar o receptor. Dessa forma, deve-se valorizar a concisão e a clareza para remover essa barreira.
- comportamento de grupo - fatores relacionados com o comportamento de indivíduos em grupos, tais como, a conformação ("conformity"), a coesão ou normas internas de grupos podem funcionar como barreiras.
- características do emissor- algumas dessas características, como vistas pelo receptor, tais como, falta de credibilidade ou ausência de legitimidade do papel do emissor podem funcionar como barreiras externas. Dentro deste item estão questões como confiança/desconfiança e simpatia/antipatia que afetam o fluxo da informação.
- fatores físicos - finalmente podem ser citados aspectos físicos, tais como, ruídos, barulhos, distração e outros, que também são barreiras.

Essas barreiras externas que dizem respeito ao relacionamento entre pessoas podem ser reduzidas desde que se utilizem alguns procedimentos, como por exemplo, o envolvimento do receptor no processo de elaboração e transmissão da informação. Trata-se de evitar a ocorrência de conhecida síndrome NIH ("not invented here"). As pessoas, geralmente, não gostam de receber "pratos feitos", principalmente quando o receptor tem mais poder ou "status" que o emissor. Outro procedimento importante é a solicitação do "feedback" para saber se o receptor recebeu a mensagem como ela foi transmitida pelo emissor.

Finalmente, importante mecanismo para redução das barreiras interpessoais é a empatia, ou a capacidade do indivíduo colocar-se na posição do outro para entender suas razões ou pontos de vista.

O uso da empatia é fundamental para o êxito na aceitação e uso da informação fornecida ao receptor. Sua importância pode ser muito bem sintetizada pelo seguinte dito popular americano, desde que entendamos que "vender" ou transferir uma ideia é um processo muito semelhante a vender um produto⁵:

"To sell John Smith
What John Smith buys
You must see John Smith
Through John Smith eyes".

c) - Códigos

Um código pode ser definido como qualquer grupo de símbolos capaz de ser estruturado de forma a ter significado para alguma pessoa⁷.

No caso da informação que circula a nível do indivíduo, as mensagens são transmitidas por gestos e por palavras, oralmente e por escrito. Todas essas formas são códigos usados na transmissão de informações.

Todos os códigos possuem um grupo de elementos (vocabulário) e regras para combinar esses elementos de forma a ter um significado (sintaxe). A música, a pintura e a dança, ou outra forma de expressão artística, possuem códigos para transmitir suas informações⁷.

O processo de codificação de uma informação possui duas características importantes⁴. A primeira é que a codificação pode ser feita de grande número de formas e a escolha do que e como codificar é um processo caracteristicamente pessoal. Por esse motivo diz-se que *"o estilo é o homem"*. O segundo aspecto é que a partir do momento em que se estrutura e codifica a experiência de uma certa forma, uma pessoa, dificilmente o fará diferentemente em outras oportunidades. Pode-se até dizer que codificar experiência é, de certa forma, comprometer-se com uma determinada visão do mundo.

2.1.3 - Aprendizado

O processo de aprendizado, "latu sensu", é definido como uma mudança na relação estável entre um estímulo que o indivíduo recebe e a resposta que é formulada⁷.

No fluxo da informação que acabamos de analisar, o estímulo é a identificação da necessidade, ou seja.

o receptor recebe um sinal externo (da empresa, da sociedade, do país) que configura uma necessidade tecnológica (uma solução técnica). Através de um processo de aprendizado tecnológico que corre em paralelo com o fluxo visto para a informação, ele recebe informações e aumenta seu estoque de conhecimentos tecnológicos. Com isso, ele pode dar uma resposta diferente ao estímulo recebido (a solução de um problema operacional, a otimização ou adaptação de uma tecnologia existente ou o desenvolvimento de uma nova). Desta forma, fica configurado o aprendizado tecnológico, pois surgem mudanças na relação estável entre estímulo e resposta.

2.2 - A NÍVEL DE EMPRESA

A agregação do processo de aprendizado tecnológico e do fluxo da informação a nível de empresa, mostra características semelhantes às vistas a nível do indivíduo. Embora o fenômeno continue se passando, em sua essência, nesse nível mais simples, a sua análise em maior escala de agregação permite a visualização de novos atores, importantes para a melhor compreensão do relacionamento entre informação e desenvolvimento tecnológico.

2.2.1 - Fluxo da Informação

A Figura 2 mostra, simplificada, esse novo esquema de interdependência. A empresa, para efeito dessa análise, foi representada por três de suas funções:

- pesquisa e desenvolvimento (P & D)
- produção
- comercialização

Os elementos básicos analisados na Figura 1, podem ser vistos aqui representados em três diferentes níveis: no primeiro, mais geral, no qual o receptor que solicita e recebe a informação é a sociedade; o emissor é a empresa e as mensagens são a identificação de uma necessidade e a sua satisfação, através da introdução de uma nova tecnologia (produto, processo ou técnica). No segundo nível, mais restrito e interno à empresa, o receptor é o conjunto produção/comercialização e o emissor, a área de P & D, enquanto as mensagens são um problema tecnológico e sua solução. O terceiro nível, não tão claro na figura, é o que ocorre quando a área de P & D recorre à informação externa, representada pela literatura especializada, consultores, outras

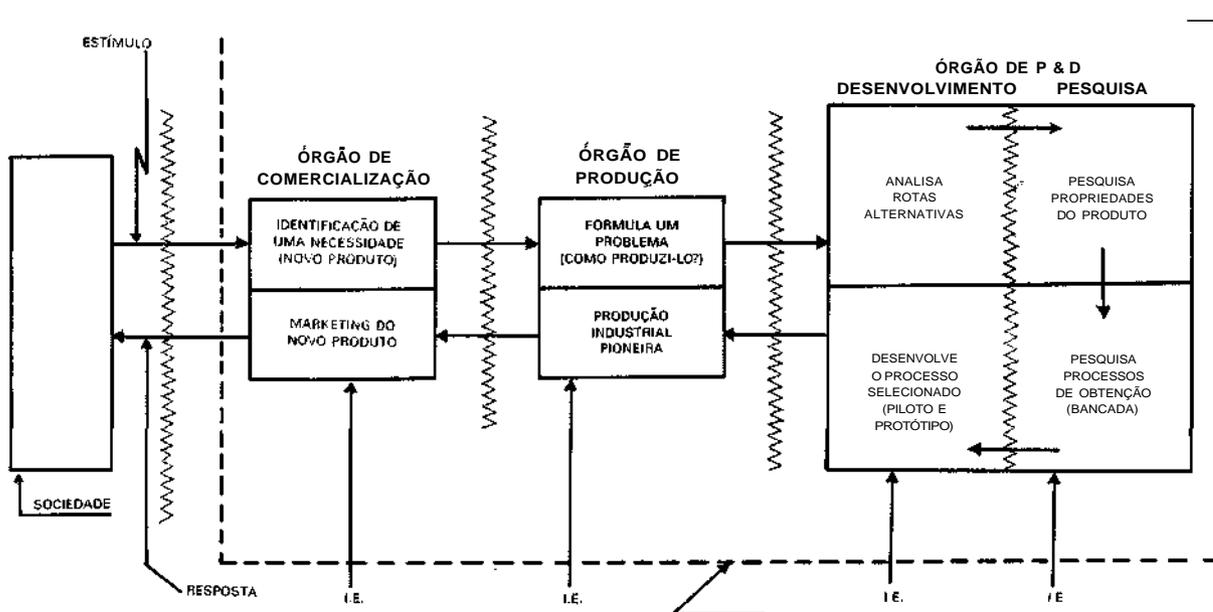


Figura 2 Fluxo da Informação e Aprendizado a nível da empresa

vwvwvw BARREIRAS

I.E. - Informação Externa (Literatura; Consultores; Outras Empresas, Universidades etc.)

empresas, universidades, etc., para complementar a informação gerada internamente e compor a solução ou o pacote tecnológico passado às áreas de produção e comercialização. Nesse caso, o receptor é a área de P & D da empresa, o emissor é a literatura especializada ou terceiros e a mensagem é a informação externa.

Vemos, pois, que cada ator do processo pode exercer a função de emissor ou de receptor, dependendo da etapa do processo. Esse fato permite constatar o caráter sistêmico do fenômeno e sua característica de processo sequencial.

Os outros elementos verificados no processo individual também estão presentes neste nível de agregação, ou seja, as barreiras, os códigos e os canais.

O fluxo da informação também apresenta características similares ao que se processa a nível do indivíduo. O início do processo se dá com a identificação de uma necessidade da sociedade por parte da área de comercialização da empresa. Para exemplificar, consideramos que essa necessidade seja configurada em um novo produto. Isso gera uma informação à equipe de produção que, então, formula um problema (é, possível obter esse produto?). Essa questão é transmitida, por sua vez, à área de P & D.

Dentro da atividade de P & D, o fluxo de informação inicia-se com a atuação da área de desenvolvimento que analisa rotas possíveis para a obtenção do produto. A seguir, o grupo de pesquisa estuda a questão do ponto de vista de produto (características e propriedades) e de processo, tudo a nível de bancada de laboratório. Estabelecidas essas condições técnicas, inicia-se a escalada ("scale-up") do processo, já na área de desenvolvimento (escalas piloto e protótipo).

Os resultados desse processo de aprendizado são codificados sob a forma de pacote tecnológico e transmitidos à área de operação que constrói a primeira unidade industrial. O novo produto, assim obtido, é, então, comercializado, atendendo à necessidade na sociedade e fechando o ciclo do fluxo da informação.

2.2.2 - Barreiras e Códigos

a) - Barreiras

A nível de empresa as barreiras mais importantes são as que se apresentam no relacionamento entre seus

órgãos, principalmente entre a área de P & D e as de produção e comercialização. Essas barreiras têm sido grandemente estudadas dentro do processo de transferência interna ou horizontal de tecnologia.

Basicamente, essas barreiras são de ordem cultural, isto é, resultam da falta de compreensão e da diferença de valores entre duas culturas diferentes.

Em trabalho que recentemente publicamos⁸, abordamos o tema, chamando a atenção para a necessidade da criação de uma atividade de gerenciamento de resultados, em centros de P & D, cuja primeira finalidade seria avaliar a situação do sistema de comunicação com os seus usuários para permitir seu melhoramento. Atualmente, esta atividade está sendo iniciada no Centro de Pesquisas da PETROBRÁS.

Outras barreiras são as internas ao próprio órgão de P & D. Essas barreiras e o fluxo da informação dentro destes órgãos possuem características peculiares e têm sido intensamente estudadas por Allen e outros pesquisadores do Massachusetts Institute of Technology.⁹

b) - Códigos

A nível maior de agregação, como o caso da empresa, os códigos em que se tem expressado a informação tecnológica, visam manter reservados os conhecimentos fundamentais que permitiram chegar-se a uma determinada tecnologia ou conhecimento tecnológico.

Por outro lado, como muitas empresas comercializam sua tecnologia, há necessidade de se registrar os direitos de privilégio com respeito a esses conhecimentos.

As patentes são uma forma codificada de expressar a informação tecnológica, pois, ao mesmo tempo em que garantem direitos de propriedade, não transmitem todo o conhecimento necessário à reprodução e utilização daquela informação.

Outra forma de codificar a informação tecnológica, a nível de empresa, é através dos pacotes tecnológicos ou de engenharia básica, em que são informadas instruções para montar e operar equipamentos e indústrias, sem contudo revelar os conhecimentos que permitiram chegar a tais instruções.

Dessa forma, em maior nível de agregação, os códigos usados para transmissão da informação tecnológica são de grande importância para permitir seu fluxo, devido às características reservadas desse conhecimento.

2.2.3 - Aprendizado

Fazendo-se uma análise semelhante a efetuada a nível de indivíduo, podemos considerar que, o estímulo para a ocorrência do processo de aprendizado para a sociedade como um todo, ocorre quando se identifica uma necessidade dessa sociedade (no exemplo, um novo produto). O estímulo para o aprendizado na empresa ocorre quando a área de produção solicita ao órgão de P & D que investigue a possibilidade de satisfazer essa necessidade (obter um novo produto).

A resposta que determina o fechamento do ciclo de aprendizado ou desenvolvimento tecnológico da

empresa é o pacote tecnológico preparado pela área de P & D. Para a sociedade, a resposta, que configura o processo de aprendizado, é o novo produto.

2.3 - A NÍVEL DE PAIS

O mesmo tipo de análise pode ser feito a um nível de agregação maior que é o de um país. Nessa escala, procuraremos avaliar a situação para um país em desenvolvimento, como o Brasil.

Novamente aqui, o processo, em seu aspecto fundamental, se passa a nível do indivíduo. Contudo, para que seja possível apreciá-lo globalmente, vamos considerar os atores em nível de agregação maior.

2.3.1 - Fluxo da Informação

Conforme esquematizado na Figura 3, os principais atores nesse nível são, como receptor, o país em desenvolvimento que solicita, recebe a informação e

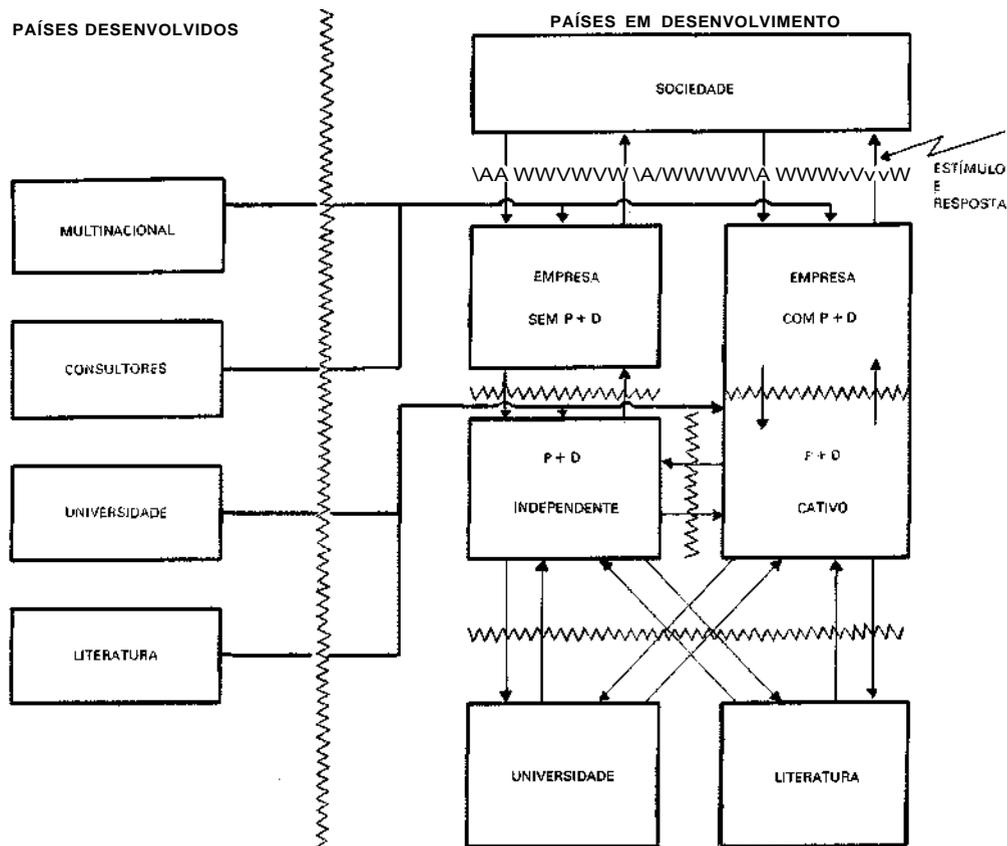


Figura 3 Fluxo da Informação e aprendizado a nível de País

WVWVWV - BARREIRAS

umenta seu aprendizado tecnológico e o país desenvolvido que atua como emissor. Este é o fluxo de informação que se passa ao início do processo de aprendizado ou desenvolvimento tecnológico. Outro fluxo de informação identificado nesta figura, e que já foi visto na Figura 2, é o que se passa dentro do país em desenvolvimento, onde o receptor é a empresa com ou sem P & D e que necessita atender a uma necessidade do país e como emissor, os órgãos de P & D, a universidade e/ou a literatura

Este fluxo de informação passa a ocorrer em estágios mais avançados do processo de aprendizado tecnológico, quando a fonte interna de informação passa a desempenhar papel de maior relevância.

2.3.2 - Barreiras e Códigos

Nesta agregação a nível de país, a principal barreira ao fluxo da informação é a que se situa entre países. O estudo desse fluxo e dessa barreira é objeto dos trabalhos sobre transferência internacional ou vertical de tecnologia, bastante abundantes na literatura especializada. A situação, nesse caso, é bem mais complexa que nos níveis anteriores, uma vez que envolve questões econômicas e políticas internacionais. O assunto tem sido bastante discutido, havendo grandes divergências dependendo do ângulo em que a questão é vista.

Os países menos desenvolvidos vêm a tecnologia como um fator importante para o seu desenvolvimento, buscando, dessa forma, maiores aberturas dos pacotes tecnológicos ou, em outras palavras, maior acesso às informações tecnológicas. Para eles, a questão tecnológica deve ser tratada a nível de governo e representa, praticamente, um problema social. Para os desenvolvidos, no entanto, trata-se de um problema puramente econômico e deve se tratado a nível das empresas detentoras da tecnologia. O assunto tem sido analisado em outros trabalhos do autor.^{10, 11}

A nível de país, a função da codificação da informação tecnológica continua a mesma já vista para o nível de empresa, ou seja, vender a tecnologia sem revelar seu conteúdo básico. Isso é feito através das patentes e dos pacotes tecnológicos, como vimos. É a utilização dessas formas de informação codificada que cria as barreiras políticas e econômicas vistas no processo de transferência internacional de tecnologia.

2.3.3 - Aprendizado

O processo de aprendizado ou desenvolvimento

tecnológico a nível de país apresenta características especiais e bem mais complexas que as vistas anteriormente a nível de indivíduo ou de empresas. Tanto o fluxo da informação, como o papel desempenhado pelos diversos atores é bem diverso para países desenvolvidos e em desenvolvimento. Além disso, no caso desses últimos, essas variáveis também são função do estágio do processo de aprendizado. Por esses motivos, destacaremos a análise do papel da informação no processo de desenvolvimento (aprendizado) tecnológico de um país, fazendo este estudo, de forma mais detalhada, no próximo item.

3 - CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO EM PAÍSES DESENVOLVIDOS E EM DESENVOLVIMENTO: O PAPEL DA INFORMAÇÃO

Para que se possa analisar a função da informação no desenvolvimento tecnológico de um país, é preciso entender o processo pelo qual se passa esse desenvolvimento e qual o papel desempenhado por seus principais atores.

3.1 - PAÍSES DESENVOLVIDOS

No caso de países desenvolvidos, o processo de aprendizado tecnológico, embora não seja totalmente dependente, é claramente baseado no avanço da ciência. Em outras palavras, a pesquisa básica ou fundamental tem um importante papel no desenvolvimento tecnológico pelo fornecimento de novos conhecimentos potencialmente

Embora esse assunto seja sujeito a muitas controvérsias na literatura especializada, com alguns autores como Price¹² defendendo a ideia de que a ciência e a tecnologia podem progredir independentemente, o fato é que existe uma relação

decausaeefeitoentreoavançociêntíficoetecnológico. Essa relação é maior em algumas indústrias do que em outras. A tecnologia nuclear, por exemplo, é mais relacionada com o avanço do conhecimento da Física que a indústria eletrônica. Por sua vez, a indústria mecânica tem muito menos relação com os trabalhos fundamentais em Física que as duas anteriormente citadas⁹.

A Figura 4, fornecida por Marquis e Allen¹³ mostra o tipo de relacionamento existente entre ciência, tecnologia e utilização e o fluxo de informações entre

as três áreas nesses países. Essa figura mostra dois tipos de contribuição da informação científica para a tecnologia. Um de grande escala de tempo, quando a informação científica é gerada como avanço da fronteira do conhecimento humano. Este é o resultado típico da chamada pesquisa pura ou acadêmica. O outro tipo de informação científica para o desenvolvimento tecnológico é o fornecido em resposta a uma necessidade definida pela área tecnológica, a qual precisa entender determinado fenômeno para prosseguir em seus estudos. Este é o resultado da pesquisa básica dirigida.

3.2 - PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

Já no caso dos países em desenvolvimento, o processo de aprendizado tecnológico é bem diferente³. Seu início e manutenção durante longo tempo é determinado pela informação que vem do exterior (firmas multinacionais detentoras de tecnologia). Outro ator, muito importante nos primeiros estágios deste processo é a operação de unidades industriais, o centro das etapas iniciais e fonte de informação importante quando o processo progride.

Por outro lado, a ciência ou a pesquisa universitária, tão importante no caso dos países desenvolvidos, praticamente não participa do processo, durante

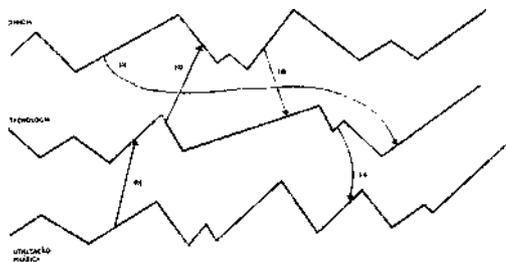


Figura 4 Fluxo da Informação e aprendizado tecnológico em país desenvolvido

- (a) ASSIMILAÇÃO DE RESULTADOS CIENTÍFICOS PELA TECNOLOGIA
- (b) NECESSIDADE DE UMA TÉCNICA, PROCESSO OU PRODUTO
- (c) UTILIZAÇÃO DE UMA TECNOLOGIA
- (d) NECESSIDADE TECNOLÓGICA DE COMPREENSÃO CIENTÍFICA DE UM FENÔMENO E SUA RESPOSTA

FONTE: MARQUIS, D. G. & ALLEN, T. J. *American Psychologist*, 21, (19): 1052-1060.

grande parte do seu desenvolvimento. Sua importância só começa a aparecer nos estágios finais deste processo de aprendizado, quando o país passa a adaptar ou modificar a tecnologia importada para novas condições de mercado ou matéria-prima e, principalmente, quando começa a desenvolver novas tecnologias. Embora não participe diretamente do processo nestas etapas iniciais, isso não quer dizer que não se deva realizar a pesquisa científica nesta fase. É importante que se forme a base científica que irá permitir, posteriormente, que se chegue às etapas mais importantes do processo. Além disso, nas etapas iniciais, a pesquisa universitária é fundamental para o processo de formação da capacitação técnica que o país precisa para vir a conseguir sua autonomia tecnológica.

A Figura 5 mostra o fluxo da informação entre os principais atores do processo de aprendizado tecnológico nos países em desenvolvimento, em função dos diversos estágios deste processo. Nesta figura pode-se notar a predominância de certos atores ao longo do processo, como fonte e usuário de informação.

Ao início do processo, a principal fonte de informação é a tecnologia externa e o conhecimento operacional. Chamamos a essa fase de aprendizado operacional. Nas etapas intermediárias, a predominância passa para a engenharia básica, em uma fase que denominamos aprendizado por cópia. Nas etapas finais do processo quando o país começa a se tornar tecnologicamente desenvolvido, os atores mais importantes são a área de pesquisa aplicada e a

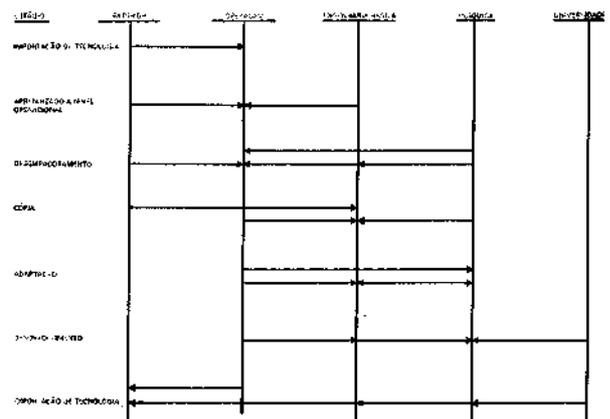


Figura 5 Fluxo da informação em função do estágio do processo de aprendizado tecnológico de um país em desenvolvimento

universidade com o conhecimento científico. Esta é a etapa de aprendizado por criação.

Uma análise conjunta das Figuras 3 e 5 permite melhor visualização dos fluxos de informação em cada etapa do processo de aprendizado conforme apresentado em recente trabalho do autor³:

a) Importação de tecnologia: este é o passo inicial de todo o processo. Os países em desenvolvimento ao iniciar sua industrialização com vistas à substituição de importações, tiveram que importar tecnologia disponível em países desenvolvidos e industrializados. Assim, em resposta ao estímulo (necessidade de industrializar enviado a firmas multinacionais, a resposta foi o envio de instruções codificadas que permitiram a construção e operação das primeiras unidades industriais (pacote tecnológico). Aqui o fluxo de informação é total e exclusivamente externo.

b) Domínio da tecnologia a nível operacional: neste estágio inicia-se o processo de aprendizado propriamente dito. A operação das primeiras unidades industriais proporciona o aprendizado operacional pelo processo de "learning by doing". Nesta etapa, os principais personagens do processo de aprendizado são a área operacional e o grupo de engenharia básica da empresa. O destaque maior é, evidentemente, para a operação, porém a atividade de engenharia básica já se inicia, incipientemente, através da sistematização do acompanhamento da operação. O fluxo da informação é predominantemente das firmas multinacionais, detentoras da tecnologia, para as empresas nacionais.

c) Desempacotamento: após o domínio da tecnologia a nível operacional, o nível do conhecimento da tecnologia já permite uma abertura preliminar do pacote tecnológico, em tal escala que melhoramentos operacionais já são feitos. Esse desempacotamento ou desmembramento da tecnologia em suas partes principais é condição importante para a etapa que se segue. Aqui um novo ator passa a participar do processo, juntamente com a operação e a engenharia básica. Iniciam-se, neste nível, as atividades de pesquisa, embora ainda em pequena escala, fornecendo informações para que as outras duas áreas possam desempacotar a tecnologia. O fluxo de informações internas passa a predominar com a participação destas três áreas de atuação da empresa nacional, embora ainda possam existir informações do exterior, principalmente de consultores.

d) Cópia da tecnologia importada: nesta etapa, o conhecimento da tecnologia importada já permite sua cópia, em muitos casos até em escalas diferentes do original. Neste estágio, predomina a atividade de engenharia básica, decrescendo a da operação e crescendo a da pesquisa. É importante se entender que esta etapa não é trivial, pois para se copiar a tecnologia importada é preciso um certo estoque de conhecimentos tecnológicos proporcionado pelas etapas anteriores. O fluxo de informação é semelhante ao da etapa anterior, aumentando a importância da participação de consultores externos. Como a cópia envolve a utilização de informações codificadas protegidas por patentes, esta etapa pode envolver questões internacionais relacionadas com a propriedade industrial. Em alguns países, como o Japão, por exemplo, esta etapa foi desenvolvida graças ao afastamento do Sistema Internacional de Patentes. Mesmo se tal atitude não for possível ou conveniente, por razões políticas ou econômicas, devem ser desenvolvidas atividades de pesquisa que permitam o contorno ("by-pass") das patentes existentes. Neste estágio, portanto, é muito importante um bom sistema de informação sobre patentes.

e) Adaptação ou modificação: aqui o processo de aprendizado inicia sua fase mais importante, uma vez que já passa a envolver a criação de novas soluções. A adaptação da tecnologia importada, em aspectos simples ou complexos, para condições de mercado e matéria-prima diferentes das existentes no país de origem, já configura a chamada inovação secundária que caracteriza as condições tecnológicas prevaletentes em países em desenvolvimento. Nesta etapa, os atores passam a ser, em igual nível de importância, a engenharia básica e a pesquisa. A operação passa a funcionar a nível secundário, apenas fornecendo o "feedback" necessário à avaliação das modificações. O fluxo de informação passa a ser predominantemente interno, surgindo um novo participante que é a universidade. Até então, a participação da universidade era muito pequena, com predominância da informação ainda do exterior (multinacionais e consultores).

f) novas concepções tecnológicas: neste estágio, o processo de aprendizado atinge seu clímax e chega-se à chamada inovação absoluta, e o país em desenvolvimento atinge a fronteira tecnológica mundial naquela área específica. O processo de criação nesta etapa assemelha-se ao que ocorre em países desenvolvidos. A pesquisa assume sua maior importância, decrescendo o destaque do papel da engenharia básica. O fluxo de informações é

predominantemente interno, porém continua a haver um fluxo externo, só que agora advindo das universidades do exterior. É nesta etapa que se valoriza mais o papel da universidade ou da pesquisa básica.

g) Exportação de tecnologia: esse é o fecho do ciclo tecnológico, ou seja, o país passa a participar do fechado clube de exportadores de tecnologia. Normalmente, os países em desenvolvimento que já atingiram esse estágio, o fizeram em áreas muito específicas, continuando importadores em outras.

Na análise desse fluxo de informação devemos destacar o papel de uma importantíssima fonte que permeia todo o processo de aprendizado: a literatura corrente. Ao início do processo, a literatura que predomina é a relacionada a informações gerais sobre as tecnologias disponíveis para obter os produtos desejados pelas empresas. A medida que o aprendizado caminha através de seus estágios, aumenta a importância dessa informação, em especial quando as atividades de pesquisa começam a tomar maior relevo.

Outro aspecto importante relacionado com a utilização dessa fonte de informação diz respeito à sua origem. Nos países em desenvolvimento, a predominância absoluta é da literatura externa, oriunda dos países desenvolvidos. A medida que o processo de aprendizado tecnológico evolui, começa a surgir a informação advinda da literatura interna, embora o volume de informações requeridas da literatura externa cresça muito mais. A literatura interna só começa a ter alguma expressão nos últimos estágios do processo de desenvolvimento tecnológico, nas áreas em que o país passa a ser exportador de tecnologia para outros menos desenvolvidos que ele.

Durante os estágios iniciais do processo, quando o fluxo de informação é predominantemente, externo ou da operação interna, a produção de informação mais básica (da universidade) tende a seguir interesses de países mais desenvolvidos e sua divulgação é feita, principalmente, na literatura externa.

3.3 - DIFERENÇAS ENTRE OS DOIS MODELOS DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Neste item, procuraremos sintetizar, graficamente, as diferenças existentes entre os comportamentos vistos nos itens anteriores. Para tanto, usaremos um modelo proposto por Boisot⁴.

Conforme discutido anteriormente, a informação para ser devidamente utilizada, precisa ser codificada e difundida. Com base nestas duas características da informação, aquele autor propõe uma estrutura simples, na qual analisa os efeitos da existência ou não da codificação e da difusão do conhecimento para avaliar a validade da tese de convergência cultural de países, provocada pela difusão internacional da tecnologia. O modelo, embora desenvolvido com outros fins, é muito útil para visualizar, de forma simples, o que foi exposto nos itens anteriores, sobre as diferenças existentes entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, no que diz respeito ao relacionamento entre informação e desenvolvimento tecnológico. Como já vimos, no caso da informação tecnológica, uma forma encontrada para mantê-la sob controle do seu possuidor, foi a sua codificação de tal forma que ela possa ser difundida (vendida), e, portanto, gerar lucros para seu proprietário, porém sem divulgar seu conteúdo básico.

Este é o princípio das patentes que apresentam avanços no conhecimento tecnológico, porém sem fornecer o conhecimento fundamental que permitiu chegar-se àquela tecnologia. Este também é o processo usado pelos países desenvolvidos na venda (e não transferência) de tecnologia para os subdesenvolvidos. É a ideia que está por trás do chamado pacote tecnológico ou caixa preta, a qual contém as instruções para construir ou operar uma unidade industrial, sem fornecer, contudo, os conhecimentos científicos e/ou empíricos que serviram de base para a montagem do pacote. É uma forma de se transmitir o "know-how", sem permitir o acesso ao "know-why".

Por outro lado, a ideia de difusão utilizada nesta apreciação do modelo está ligada ao fato da informação ser reservada (não difundida), isto é, mantida para uso próprio do seu dono, ou de conhecimento geral (difundida).

A Figura 6 mostra graficamente, a utilização que estamos fazendo do modelo de Boisot, com o objetivo de aprofundar a compreensão do relacionamento entre informação e desenvolvimento tecnológico.

Nos países desenvolvidos, como vimos, o processo de desenvolvimento tecnológico inicia-se com a informação descodificada e difundida oriunda da ciência (quadrante superior direito da figura). O processo caminha para a criação própria da informação ainda descodificada, mas já

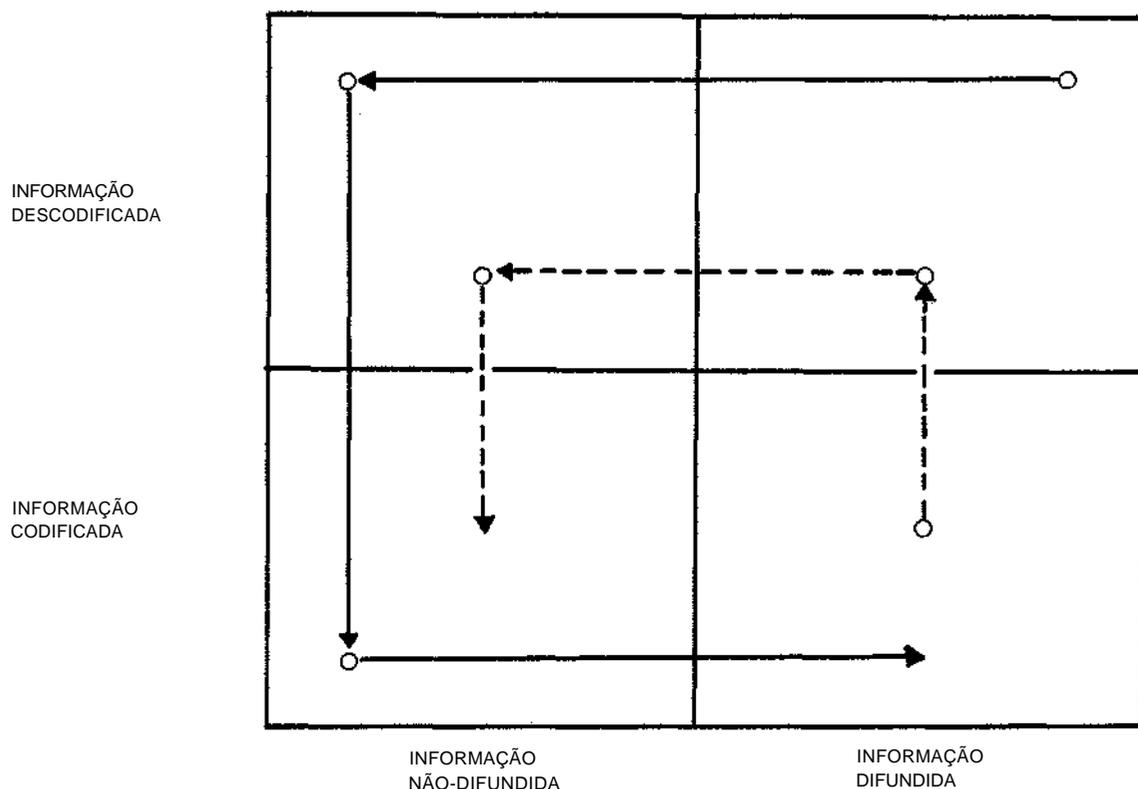


Figura 6 Desenvolvimento tecnológico como função da codificação e difusão da informação

- País Desenvolvido
 - - - - - país em Desenvolvimento

FONTE: Adaptado de BOISOT, M. Journal of Management Studies, 1: 169-90, 1983

não-difundida (reservada), característica da pesquisa aplicada ou industrial (quadrante superior esquerdo).

A etapa que se segue é a montagem do pacote tecnológico, ou seja, a arrumação dos conhecimentos oriundos das informações descodificadas e não-difundidas, sob uma forma utilizável na produção de bens e serviços. Chega-se, então, à informação não-difundida, porém codificada (quadrante inferior esquerdo). Posteriormente, tal informação é difundida ou, em outras palavras, vendida para terceiros (quadrante inferior direito), porém sob a forma codificada (caixa preta).

O processo de desenvolvimento tecnológico dos países em desenvolvimento, em contrapartida, começa exatamente neste quadrante pela aquisição do pacote tecnológico estrangeiro. A informação é difundida, mas codificada, como vimos.

O passo seguinte neste processo de desenvolvimento tecnológico é a montagem de uma forte base de pesquisa e engenharia básica que lhe permita abrir a caixa-preta, ou seja, desempacotar a tecnologia. Isso significa descodificar a informação adquirida. Com esse desempacotamento, passa-se a uma informação difundida, porém descodificada, ou seja, aos fundamentos utilizados na montagem do pacote. É essa atividade de pesquisa que permitirá chegar-se ao "know-why" da tecnologia importada e sua absorção. Nesta etapa do processo, a exemplo do que ocorre nos países desenvolvidos, tornam-se importantes as informações oriundas da ciência (quadrante superior direito).

A etapa que se segue é a transformação dessas informações resultantes do desempacotamento das tecnologias importadas e das informações científicas, em informações descodificadas ainda,

porém já não-difundidas, pois que oriundas da pesquisa industrial. É a etapa de adaptação das tecnologias existentes ou criação de novas (quadrante superior esquerdo).

Finalmente, o processo para os países em desenvolvimento fecha-se quando essas informações são codificadas e utilizadas (quadrante inferior esquerdo). Desse ponto em diante, caso o país em desenvolvimento exporte essa tecnologia para outro país menos desenvolvido o ciclo se repetirá como visto anteriormente, caminhando no sentido contrário ao movimento dos ponteiros de um relógio.

4-CONCLUSÕES

A informação é o insumo e o produto do desenvolvimento tecnológico. Assim, existe uma relação de causa e efeito muito grande entre informação e desenvolvimento tecnológico.

No presente artigo procuramos analisar conceitualmente essa relação com o objetivo de entender como o fluxo da informação afeta o desenvolvimento tecnológico. Para tanto, definimos este último como um processo de aprendizado que ocorre a nível do indivíduo, através do recebimento de informações que permitem o aumento do seu estoque de conhecimentos tecnológicos.

Por esse motivo, é importante que se conheça bem como a informação circula a nível individual, porque é nesse nível que se definirá a eficácia de todo o processo, mesmo a maiores níveis de agregação, como o da empresa e o de país.

A nível individual é fundamental que sejam estudadas as barreiras que interferem no fluxo da informação, como condição básica para que se possa agir no sentido de melhorar o processo.

A nível de empresa, o estudo do relacionamento entre o fluxo da informação e o aprendizado tecnológico mostra um importante ator que é o órgão de pesquisa e desenvolvimento (P & D). É esse órgão o polarizador do aprendizado tecnológico da empresa, pois é ele que permite que o processo progrida e que a tecnologia se transforme em um dos importantes fatores de produção da empresa.

Modernamente, o órgão de P & D, seja ele cativo ou independente, é visto como uma fábrica de tecnologia que vive para a informação tecnológica¹⁴.

Ele recebe, cria, processa e produz informação tecnológica para a empresa.

Neste nível de empresa, um outro elemento importante do processamento da informação assume relevo especial. Trata-se da utilização de códigos para transmissão da informação. O conhecimento tecnológico, diferentemente do conhecimento científico, é processado sob forma reservada, pois trata-se de um bem da empresa.

Esse aspecto realça o papel de um outro ator do processo que é o órgão de engenharia básica. Dentro da concepção de fábrica de tecnologia, a área de pesquisa é responsável pela criação dos conhecimentos, enquanto a engenharia básica os arruma de forma ordenada e os codifica para utilização sob a forma de pacotes tecnológicos.

Neste nível, os códigos da informação também são importantes para a proteção legal da tecnologia criada pela empresa em seu processo de desenvolvimento tecnológico. Estas informações tecnológicas, codificadas em patentes, permitirão sua proteção, assim como sua divulgação, caso a empresa resolva comercializar sua tecnologia.

O estudo das barreiras para o fluxo da informação a nível de empresa, é objeto de extensa literatura, constituindo-se em um vasto campo de pesquisas sobre o processo da transmissão da informação tecnológica, do seu gerador ao seu usuário. Estes estudos podem ser reunidos sob o título geral de transferência de tecnologia horizontal ou interna.

Finalmente, a nível de país, para que se entenda o fluxo da informação e seu relacionamento com o desenvolvimento tecnológico, é preciso conhecer-se as diferenças entre o processo de aprendizado tecnológico que prevalece em países desenvolvidos e aquele que existe nos países em desenvolvimento.

O entendimento destas diferenças permitirá que se conheça quais os tipos de informações mais relevantes para o desenvolvimento tecnológico de um país em desenvolvimento, ao longo dos seus diversos estágios de aprendizado.

O estudo das barreiras do fluxo de informação a nível de país envolve questões de política e economia internacional e também tem sido objeto de grande número de trabalhos publicados dentro do tema intitulado transferência de tecnologia vertical ou internacional.

Nesse caso, da mesma forma que a *nível de empresa*, os códigos usados para a transmissão da informação tecnológica também são importantes, pois são uma forma de domínio e controle dos países menos desenvolvidos, pelos que detêm a informação tecnológica.

Por estes motivos, é fundamental que se entenda bem os mecanismos e atores do processo de desenvolvimento tecnológico e o papel da informação neste contexto, para que os países em desenvolvimento possam adotar políticas adequadas ao seu estágio de aprendizado e acelerar sua caminhada em busca de uma autonomia tecnológica, que permita dominar e controlar o fluxo da informação tecnológica que circula dentro do país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ¹ HARRIS, JR. W. J. Technology transfer and the role of Information Science. Seminar for Policy Makers/Prime Movers, Organization of American States, USA, January, 18, 1971.
 - ² HAVELOCK, Ronald G. Planning for innovation through dissemination and utilization of knowledge. Institute for Social Research, The University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA, 1979.
 - ³ LEITÃO, Dorodame M, O processo de aprendizado tecnológico nos países em desenvolvimento: o caso da refinação de petróleo no Brasil. Anais do IX Simpósio Nacional de Pesquisa de Administração em Ciência e Tecnologia, FEA. USP, 22-24/10/84.
 - ⁴ BOISOT, M. Convergence revisited: the codification and diffusion of knowledge in a British and a Japanese Firm. Journal of Management Studies, 1: 159-90, 1983.
 - ⁵ SIGBAND, R. G. Effective communication: key to promotion. Chemical Engineering, 23: 122-26, July, 1973.
 - ⁶ BYRT, W. J. Management through communication. Personnel Practice Bulletin, 30 (4): 322-32, December, 1974.
 - ⁷ BERLO, David K. O processo da comunicação. Rio de Janeiro, Editora Fundo de Cultura, 1968.
 - ⁸ LEITÃO, Dorodame M. A comercialização de tecnologia em um país em desenvolvimento: visão de um centro de *pesquisa cativo*. Boletim Técnico da PETROBRÁS, 27 (2): 145-57, Abr./Jun, 1984.
 - ⁹ ALLEN, Thomas J. Managing the flow of technology. Massachusetts, EUA. The MT Press, 1978.
 - ¹⁰ LEITÃO, Dorodame M. Transferência de tecnologia: Uma arma para se alcançar a autonomia tecnológica. Boletim Técnico da PETROBRÁS, 21 (2): 175-92, Abr./Jun. 1978.
 - ¹¹ LEITÃO, Dorodame M. Transferência de tecnologia em processos catalíticos. Anais do VI Simpósio Ibero-Americano de Catalise, Rio de Janeiro, Brasil, 6-11/8/1978.
 - ¹² PRICE, D. J. De Solla. Is technology independent of Science? Technology and Culture, 6: 553-568, 1965.
 - ¹³ MARQUIS, I.D. G. & ALLEN, T. J. Communication patterns in applied technology. American Psychologist, 21: 1052-1060, 1966.
- , Jorge. El Comercio de Tecnologia. Washington, OEA, Departamento de Assuntos Científicos, 1972, 35p.

ABSTRACT

The relationship between information and technological development, interpreted as a learning process, is analysed. It places emphasis upon the question at the individual level, in order to understand the psychological and sociological aspects. The study in higher levels of aggregation is made to emphasize the political, cultural and economical points of view. In those higher levels, the role of the basic elements of the process, such as barriers and codes, become more important for the political view of the question. In order to discuss those aspects, the paper presents observations about the differences between developed and developing countries regarding the technological learning process. The comprehension of this situation could allow the less developed countries to take over positions that would lead them to a technological autonomy, which means the control of the information flow in the country.