

# Inovação e Imitação Tecnológica como Estratégia Competitiva

*Antonio César Galhardi  
Sérgio Baptista Zaccarelli*

UNIVERSIDADE CIDADE DE SÃO PAULO. Rua Cesário Galeno, 432/448 – Tatuapé – São Paulo – SP – CEP –03071-000 –  
Fone 11 61901200 Fax 11 69414848– Brasil – Email: acgal@terra.com.br

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma visão mais precisa da questão da inovação tecnológica, em particular para a pequena e média empresa, partindo-se de um ponto de vista moderno, o da definição de Tecnologia em termos da Ciência da Complexidade, isto é um ecossistema em evolução que comporta inúmeras tecnologias existentes. De outra maneira a Inovação Tecnológica é apresentada como estratégia utilizada na pequena e média empresa, quer seja pela inovação tecnológica específica, quer seja pela imitação das recentes tecnologias existentes. Objetiva, demonstrar que a Inovação Tecnológica apresenta-se também como a solução a ser observada para resolver o problema de baixo grau de inovação tecnológica presente na pequena e média empresa brasileira, sua fragilidade e o baixo grau de desenvolvimento tecnológico das mesmas e a ausência de recursos e aportes financeiros em Pesquisa e Desenvolvimento no Brasil. O estudo baseia-se na avaliação das duas situações distintas, que em termos de Pesquisa e Desenvolvimento, não exprime diferença significativa, uma vez que na política de desenvolvimento de inovação tecnológica própria, parte geralmente de tecnologias pré-existentes, enquanto para a política de imitação, é bastante comum a necessidade de recursos de pesquisa e Desenvolvimento, para customização da referida tecnologia. Comprova a hipótese de que em termos estratégicos a escolha mais importante que a empresa deve fazer, no que diz respeito a uma nova tecnologia é a escolha entre desenvolver internamente (inovação) ou de adotar tecnologias emergentes de sucesso (imitação).

## PALAVRAS CHAVE

Estratégia, Inovação, Imitação.

## SUMMARY

This work presents a more necessary vision of the question of the technological innovation, in particular for the small average e company, breaking itself of a modern point of view, of the definition of Technology in terms of the Science of the Complexity, that is an ecosystem in

evolution that holds innumerable existing technologies. In another way the Technological Innovation is presented as strategy used in the small average e company, wants either for the specific technological innovation, wants either for the imitation of the recent existing technologies. Objective, to demonstrate that the Technological Innovation is also presented as the solution to be observed to decide the problem of low degree of present technological innovation in the small average e Brazilian company, its absence and fragility low degree of technological development same of resources and you arrive in port financial in Research and Development in Brazil. The study it is based on the evaluation of the two distinct situations, that in terms of Research and Development, does not state difference significant, a time that in the politics of development of proper technological innovation, part generally of technologies daily pay-existent, while for the imitation politics, is sufficiently common the necessity of research resources and Development, for customização of the related technology. It proves the hypothesis of that in strategical terms the choice most important that the company must make, in that it says respect to a new technology is the choice between developing internally (innovation) or to adopt emergent technologies of success (imitation).

## KEY WORDS

Strategy, Innovation, Imitation.

## 1. INTRODUÇÃO

As novas tecnologias e os novos produtos são engrenagens do crescimento econômico. Uma vez inventados, eles primeiramente fazem crescer economicamente, um pequeno grupo de pessoas ou empresas, aqueles que realmente se dedicam à inovação. Assim, novas tecnologias vão sendo gradualmente adotadas por outros grupos (os imitadores), o que consiste na verdadeira difusão tecnológica.

Do ponto de vista econômico, pouca atenção tem sido dispensada aos imitadores, ou seja, à difusão de tecnologia. Apenas recentemente, tem se reconhecido, que nenhuma tecnologia, causa realmente algum impacto econômico, até ser adotada (imitada), por um grande grupo de empresas. Assim, o presente estudo visa demonstrar que além da importância da imitação, existe uma forte correlação entre inovação e imitação, tanto sob a ótica econômica, quanto sob o ponto de vista de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

Este trabalho analisa a interação da inovação e imitação no processo de crescimento tecnológico. A tecnologia é assumida como algo acumulativo, onde apenas as empresas líderes serão capazes de gerar as próximas inovações.

Por outro lado a alta competição, principalmente a decorrente do processo de globalização, tem permitido o crescimento de líderes por imitação. A estratégia de imitação tecnológica pode ser identificada como uma atividade de aprendizagem.

Muitas empresas iniciam-se imitando, e frequentemente desenvolvem tecnologia própria, baseada em seu aprendizado com outros. Um exemplo típico desta realidade é, a Toyota, que iniciou suas atividades em 1930, imitando os sistemas produtivos da Ford, até na década de 60 criar seu eficiente sistema de produção “lean production”.

No caso particular do panorama da indústria nacional brasileira, é notoriamente conhecido o fato de que, reproduz um baixo grau de inovação tecnológica, extrema fragilidade, um baixo grau de desenvolvimento, e, ainda complementado, pela maior necessidade de recursos financeiros para P&D, o que no Brasil são sensivelmente inferiores aos disponíveis para a maioria dos países emergentes, o que resulta na realidade em uma perda constante de competitividade, e baixo grau de desenvolvimento.

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma visão mais precisa do problema de inovação tecnológica, partindo-se de um ponto de vista moderno, ou seja, da definição de tecnologia como uma ciência complexa, que parte do pressuposto de que existe um ecossistema em evolução, formado de inúmeras tecnologias existentes que se inter-relacionam de maneira mais, ou menos complexas.

A inovação, segundo esta visão pode ser entendida como um conjunto de duas oportunidades estratégicas, principalmente em se tratando da pequena e média empresa, isto é: a inovação tecnológica propriamente dita; e a imitação de inovação já existente quer seja num panorama distante ou próximo, e que

ambas pôr sua vez demandam por aporte de recursos financeiros.

A análise aqui efetuada mostra que o problema do desenvolvimento de inovação tecnológica é complexo, e que não existe necessariamente uma relação linear entre o nível de financiamento disponível, e o número de inovações que realmente funcionam a nível empresarial. É plausível se supor que cada ajuda financeira dada a este campo seja acompanhada de medidas e controles efetivos, sem os quais isto iria se traduzir simplesmente em perdas, e provocar desestímulo a pesquisas futuras, pela inexistência de recursos financeiros para a área.

Falar de inovação tecnológica significa falar da tecnologia e de sua natureza, um campo onde sempre existiram opiniões controversas.

A visão mais antiga, e, também, a mais conhecida, é de que as novas tecnologias nascem um pouco ao acaso, praticamente do nada, vinculada a atividades de pessoas geniais, os inventores (Einstein, Edson, etc). Trata-se de uma visão simplista que não contemporiza a natureza complexa da tecnologia e sua evolução. De fato, as tecnologias não nascem do nada, mas sim do resultado de uma evolução natural de outras tecnologias preexistentes.

No campo da ciência econômica, a tecnologia é considerada primeiramente como um fator exógeno, originária de fatores econômicos. Mais recentemente procura-se explicitar modelos econômicos endógenos, considerando-a como resultado do investimento em P&D. Esta visão não é errônea, mas também não é completamente satisfatória. Esses modelos em realidade não explicam, por exemplo, a ausência de correlação entre o investimento específico em P&D, e o valor da tecnologia desenvolvida, como um produto. De outra forma, o trabalho de P&D, efetuado no caso de um desenvolvimento, isento de inovação tecnológica, e inexistente sob o ponto de vista de produto, traduz-se por consequência em um valor nulo. Na realidade esse desenvolvimento poderá ser útil para o desenvolvimento futuro de outras tecnologias, o que possibilitará a criação de um valor quantificável, mesmo sem ser ainda conhecida a natureza da tecnologia futura que poderá desfrutá-lo, ou a sua importância econômica.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Recentemente, os conceitos de inovação tecnológicos frente a uma ciência complexa têm apresentado uma definição melhor da natureza da tecnologia,

a qual tem sido mais adotada na explicação de vários aspectos, abandonando-se a visão desta como um produto, e sim, a caracterizando como um ecossistema em evolução. Esse sistema compoe-se concomitantemente de inúmeras tecnologias em uso, e coligadas entre si por meio de uma forte rede interconectada. No epicentro do cenário tecnológico, distingui-se tecnologias importantes de ampla utilização, como por exemplo, a automobilística, que por sua vez é composta de inúmeras outras tecnologias menores (construção de motores, pneumática, etc), e de sua interação com outras tecnologias não associadas, como a produção da cana-de-açúcar e álcool. Todas estas tecnologias não apresentam comportamento estático, mas em constante evolução, adaptando-se a várias condições externas e à evolução de outras tecnologias relacionadas. As tecnologias que compõem o ecossistema podem, portanto, ser consideradas como sistemas complexos adaptativos (Waldrop, 1992).

Assim como em um ecossistema biológico, a tecnologia pode proliferar ou extinguir-se em decorrência da competição ou de alterações importantes no ambiente em que existem. Retomando ao tema da tecnologia automobilística, que veio substituir a tecnologia da tração animal, e que de outra forma propiciou o desenvolvimento da tecnologia de produção da cana-de-açúcar e do álcool, e que assim vieram substituir o espaço da tecnologia de tração animal (Miller, 1993).

Por outro lado a Ciência da Complexidade tem sido freqüentemente utilizada para a simulação de ecossistemas biológicos, o que a habilita a também ser utilizada no campo tecnológico. Exemplo disto é o modelo NK, conceitualmente muito geral, e aplicado originalmente para estudar a evolução biológica de indivíduos complexos, e mais recentemente como modelo utilizado em exercícios de simulação correspondentes a otimização de sistemas tecnológicos complexos (Katiffinan. et al, 1998).

À luz da definição de tecnologia como uma ciência complexa, a inovação tecnológica resulta, portanto, de um processo de evolução própria, ou seja, de um estágio tecnológico preexistente, versus a emergência de uma nova tecnologia. Este processo pode ser mais ou menos amplo, freqüentemente acompanhado, mas não necessariamente uma autêntica tecnologia desenvolvida (Aghion et al, 1997).

Para Mukayama (2002), o processo mais simples de inovação tecnológica é considerado pela pesquisa-ação, ou seja, aprender fazendo”, traduzida como conceito da “curva de aprendizagem”, onde o melhoramento no tempo, do que se observa nos centros de

produção de processos industriais recém iniciados e que são conseqüências de contínuas melhorias que podem ser realizadas, otimizando o trabalho do setor produtivo. Este tipo de inovação não é necessariamente o resultado de uma atividade de P&D, ao menos na concepção de um processo de trabalho de testes e estudos que se faz diretamente no setor produtivo. Este tipo de desenvolvimento ou inovação contínua, certamente não é capaz de per si, revolucionar o cenário tecnológico, apesar de ser muito difundido sob o ponto de vista da economia das empresas.

Por outro lado, é possível ocorrer um processo de inovação tecnológica muito amplo, com importantes atividades de P&D, que parte dos laboratórios e de tecnologias preexistentes, eventualmente muito diferentes daquela em que se deseja melhorar, e que resulta em uma nova e importante tecnologia, a qual será capaz de extinguir o uso das antigas, e criar novas, a elas relacionadas (Korn e Baun, 1999).

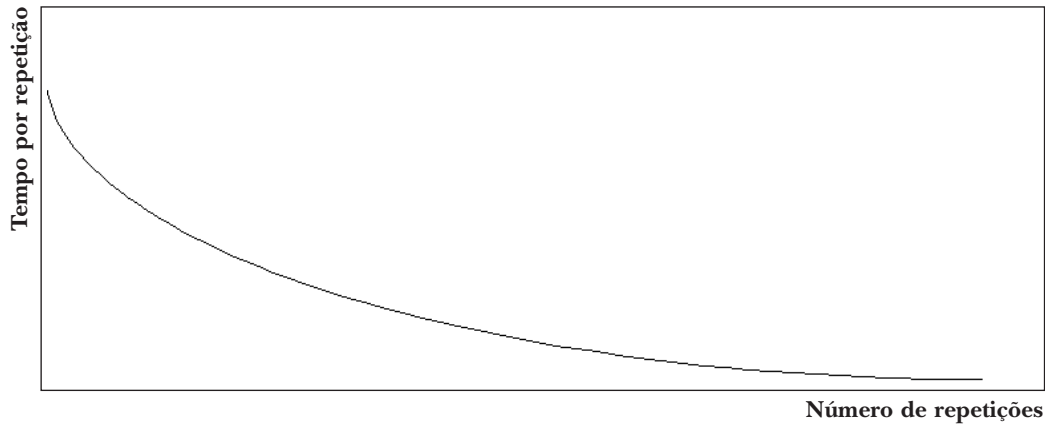
Depois das definições apresentadas sobre Tecnologia, Inovação Tecnológica e Ciência Complexa, é importante evidenciar um outro conceito: para a melhor compreensão das interações entre as diversas tecnologias e como elas são influenciadas pelas diversas estratégias impostas pelas empresas, à pesquisa e melhoria das novas tecnologias. A este conceito dá-se o nome de Cenário Tecnológico (Nickell, 1996).

Imaginando-se um setor industrial genérico, composto de um conjunto de indústrias que fabricam produtos muito similares, usando tecnologia em geral bastante próximas. Considerando agora, as várias tecnologias utilizadas nesse setor industrial específico, na fabricação de determinado produto, que poderão se apresentar de certa forma diferente uma da outra, mas que qualquer uma delas, uma vez que em uso, será caracterizada como com um alto grau de eficiência, relativa e que pode ser medida, por exemplo, pela relação inversa aos custos de produção. À medida que se distancia da condição da condição ótima de funcionamento, de uma tecnologia em particular, o custo de produção aumenta, e, portanto, o grau de eficiência diminui. Pode-se imaginar que a tecnologia, que absorveu condições ótimas relativas, pode ser considerada no topo, devido ao seu alto grau de eficiência (Amason, 1996).

Na Figura 1 apresenta-se o modelo genérico da “Curva de Aprendizagem”, citado por Mukayama.

Quando uma tecnologia em seu início, sua posição não será necessariamente ótima, mas por meio de um processo de “aprender fazendo”, se aposta em um cenário de maior eficiência para efetivamente assumir um estágio vizinho, ao ótimo, ou seja, no

Figura 1 – Esquema de uma Curva de Aprendizagem.



topo. Considerando agora a posição desta tecnologia respectivamente àquela utilizada por uma outra empresa do mesmo setor, isso poderá definir em termos de certas medidas de eficiência, serão tanto mais distante quanto mais diversas da tecnologia empregada. A discussão dos conceitos de: topo e distância, também fazem parte dos cenários tecnológicos, e dentre deste enfoque uma certa tecnologia em uso poderá ocupar uma certa posição vizinha ao topo e desfrutar de sua condição de ótima eficiência, ao longo do tempo. O processo de “aprender fazendo”, aliado ao investimento nem P&D, é o responsável pelo incremento da qualidade em geral, e pode ser formulado por um modelo estático, onde os empresários aprendem pelas suas próprias experiências como usuários. (Mukuayama, 2002).

### 3. O CENÁRIO TECNOLÓGICO

Uma das escolhas estratégicas mais importantes que uma empresa deve fazer, no campo da inovação, refere-se a decisões de como proceder com o desenvolvimento de inovação: desenvolvimento próprio ou imitação de inovação emergente de sucesso.

Sob a ótica de P&D, a distinção entre as duas não é assim tão evidente. A política de desenvolvimento de tecnologia própria pode ainda partir em geral de tecnologia preexistente, enquanto a de imitação pode também necessitar de certa atividade de P&D, uma vez que a informação disponível da nova tecnologia a ser imitada, pode não ser suficiente, e algum trabalho de P&D, será necessário. Outra alternativa ainda para P&D, pode ser a aquisição externa de novas tecnologias disponíveis. Uma vez que a tecnologia não é realmente um produto, toma-se

necessário falar da aquisição de serviços úteis para adoção da nova tecnologia.

A estratégia de inovação é pôr usa vez caracterizada por um alto custo em P&D (ou melhor, um alto custo para a aquisição de tecnologia em caráter exclusivo), que deverá ser largamente compensada pela possibilidade de ganho, ou seja, de uma vantagem competitiva, resultante da posição dominante em relação ao uso exclusivo da nova tecnologia.

A estratégia da imitação é caracterizada pelo mais baixo custo de P&D, (ou mais baixo custo pela aquisição de tecnologia não exclusiva), e também de uma situação de ganho, porém sem se tomar uma vantagem competitiva, ou ainda para vantagem competitiva de baixo custo, como por exemplo, a tecnologia produtiva de commodities.

Uma variante da estratégia de inovação é, pois, aquela de desfrutar por um período inicial de tempo, a posição de exclusivo dominante, e posteriormente vender a tecnologia para empresas que apresentem estratégias de imitação tecnológica, e assegurar desta forma o “retorno do investimento”, em P&D.

No tocante ao aspecto do Cenário Tecnológico, a estratégia de inovação tende a criar um pico isolado, sob o qual se posiciona a nova tecnologia, enquanto a estratégia de imitação tende a criar um cenário composto de um conjunto de possibilidades de tecnologias “TOPs”, sob as quais se posicionam as novas tecnologias pelas várias indústrias, onde se diferencia realmente pelo grau em cada um se encontra, dependerão do sucesso do processo inovativo de “aprender fazendo”, que assim se estabelece com o uso industrial da nova tecnologia imitada, de cada empresa.

A validade relativa da estratégia de inovação em relação à estratégia de imitação tende a criar um cenário composto de um conjunto de fatos, que classifica

a aprendizagem, onde existem três elementos principais:

- A empresa;
- A tecnologia;
- Os aspectos estratégicos.

Os tipos de empresas estudadas em suas estratégias correspondentes são três:

- A empresa estática – estratégia de não inovação;
- A empresa imitante – estratégia de inovação pôr imitação;
- A empresa adaptante – estratégia de desenvolvimento de inovação.

Os estágios, considerando-se os três aspectos anteriores, mas considerando-se ao menos dois graus diferentes (alto e baixo), e sua influência nos resultados das estratégias são:

- O grau de imitação, isto é a facilidade em que cada um pode efetuar a imitação da nova tecnologia;
- O grau de ambigüidade, isto é a dificuldade de se avaliar a priori a validade de uma inovação;
- O grau de turbulência, isto é o grau de mudança no ambiente, no qual se opera o modelo.

Os resultados obtidos da simulação, expressos em termos de resultados econômicos, referentes às diversas estratégias obtidas, após um lapso de tempo, de elaboração de um modelo suficientemente longo, são no mínimo interessantes.

Primeiramente, a estratégia imitativa, se demonstra em geral, a melhor em termos econômicos. O grau de imitação se apresenta como o fator mais importante para determinar o resultado das várias estratégias, enquanto o grau de turbulência apresenta pouca interferência sobre o resultados. Na prática a estratégia de imitação toma-se pouco econômica, apenas quando o grau de imitação é muito baixo, ou quando existe muita dificuldade em se imitar a inovação, enquanto seus resultados são pouco influenciados, pelo nível de ambigüidade. A estratégia de inovação é, portanto, economicamente válida para baixos graus de imitação e é sensível ao problema de ambigüidade. De fato a presença de um forte grau de ambigüidade (incerteza nos resultados), e baixo nível de imitação, a estratégia de não fazer inovação pode dar resultados ligeiramente melhores em relação à estratégia de inovação.

Um outro aspecto estratégico importante no campo da tecnologia estudada refere-se à escolha de como enfrentar a pesquisa de melhoramentos e novas tecnologias no Cenário Tecnológico particular das empresas. Trata-se essencialmente da escolha entre: se a pesquisa do ótimo de eficiência pode ser encontrada em uma tecnologia próxima, ou se deve pesquisar uma tecnologia muito diferente da atual. No primeiro caso ocorre um esforço essencialmente de “aprenderfazendo”, ou ainda que o P&D, se limita a otimizar as tecnologias existentes, pôr meio de modificações relativamente limitadas. No segundo caso, ao invés de se pesquisar claramente, as novas tecnologias com uma importante atividade de P&D.

Neste caso as duas estratégias têm sido contratadas considerando-se os diferentes percursos possíveis no Cenário Tecnológico, e adotando um sistema de cálculo desenvolvido originalmente em biologia, para estudar fenômenos específicos de eletromagnetismo. Sem entrar em detalhes particulares do modelo, é possível dizer que se trata de um ecossistema composto de N elementos, cada um dos quais se relaciona com outros elementos (de onde se origina o modelo NK), e onde a evolução de N elementos depende do valor atribuído a K relações. Neste caso particular N é representado pelo número de operações que caracteriza uma certa receita de produção da nova tecnologia.

O resultado obtido da simulação do modelo depende de um modelo, que depois de um período de tempo de elaboração suficientemente longo mostram que a melhor estratégia a ser adotada depende da condição inicial da tecnologia e precisamente de:

- se a posição inicial da tecnologia é muito intensa com relação a outras tecnologias concorrentes, e resulta conveniente pesquisar uma tecnologia muito diferente da atual e propriamente mais eficaz;
- se a posição inicial da tecnologia é pôr sua vez confortavelmente boa, e é mais conveniente buscar melhoramentos ou novas tecnologias próximas das atuais.

Uma conseqüência lógica destes resultados é a seguinte: quando no cenário tecnológico surge uma tecnologia mais eficiente e diferente das tecnologias tradicionais, é melhor pesquisar qualquer tecnologia eficiente, bastante inovadora, sem não perder tempo em busca de melhorias nas velhas tecnologias, para reposicioná-la a valores de eficiência vizinhos àqueles da nova tecnologia.

#### 4. A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO BRASIL

Observando o cenário empresarial brasileiro, composto por poucas empresas grandes, geralmente estrangeiras, muitíssimas empresas pequenas e médias. As pequenas e médias empresas, muitas vezes, se auto-organizam em clusters ou redes. Do ponto de vista da Ciência da Complexidade, a existência de um cluster não poderá ser determinada pôr parâmetros sócio econômicos, como pôr exemplo o número de empresas, faturamento global, etc.

Um cluster é um ecossistema, e existe na medida em que em seu interno, as relações são típicas, e que externamente é composto independentemente pôr um número de empresas a eles pertencentes, e que percentualmente fazem parte de seu faturamento global.

É bem conhecido o fato, de que salvo raríssimas exceções, as empresas nacionais não têm apresentado grande desenvolvimento tecnológico. E considerando a grande relevância da pequena e média empresa na economia nacional, não se poderá de outra forma ser destoante do restante do mundo, não atuando em inovação tecnológica, preferencialmente pôr meio de estratégias de imitação e aquisição de tecnologia no exterior. Como visto anteriormente esta política pode ser, no entanto válida, do ponto de vista econômico.

Observando os diferentes setores empresariais brasileiros, são freqüentemente caracterizados, por empresas com estratégias de imitação, e pouquíssimas empresas, geralmente as maiores, adotam, pelo menos em parte a estratégia de inovação.

A frágil barreira existente, no que se refere ao fenômeno de imitação, basta se pensar nas dificuldades e custos existentes, para o licenciamento da tecnologia, e a tolerância com relação à difusão da tecnologia pôr meio da mobilidade de pessoal, se rende a esta política de imitação, como se confirma os resultados da simulação com relação ao modelo apresentado anteriormente.

É verdade que um conjunto de empresas tal como os clusters, mas com um comportamento de uma empresa individual, com relação a estratégia de imitação tecnológica, pode sucumbir, em função da ausência de tecnologia a ser imitada, enquanto um pequeno número de empresas isoladas, mas com estratégias de inovação tecnológica, podem sobreviver mais facilmente, e enfrentar com sucesso importantes evoluções de mercado, o que não elimina totalmente o risco do aparecimento de uma nova e grande tecnologia, dificilmente imitada ou com possibilidade de ser comprada. Fato que vem acontecendo atualmente no que se refere transformação

do panorama mundial, com o surgimento do fenômeno comumente tratado com “Nova Economia”. O resultado dessa transformação de fato tem atuado no sentido de desacelerar o desenvolvimento brasileiro, com respeito a outros países emergentes, que possuem maior acesso e difusão de grandes tecnologias, como pôr exemplo o México, a China, a Austrália, a Índia.

Evidentemente é possível delinear certas evoluções possíveis para reverter tal situação:

- A primeira evolução possível considera que o mercado forçará as empresas a utilizarem as grandes e inovadoras tecnologias, com o risco de não serem mais competitivas. O que prevê a adoção de estratégias que permitam tomar competitivas as empresas nacionais, onde se situa, como discutido anteriormente, na simulação de modelos, em busca de tecnologias distantes da realidade atual, uma vez que estas últimas seriam pouco eficientes;
- Em uma segunda situação possível, considera-se o fato de que cada grande tecnologia se desenvolve por um certo período de tempo, num nicho de tecnologias similares, que entram em simbiose com a primeira, e mais importante. Neste caso a desaceleração do desenvolvimento atual seria somente conjuntural, e posteriormente a algum determinado período de tempo, surgirá uma outra nova e grande tecnologia, que a indústria nacional preocupar-se-á em rapidamente e com eficácia, renovar completamente o cenário tecnológico atual.

No primeiro caso ocorre adotar uma estratégia de pesquisa de nova tecnologia com maciço investimento e forte atividade de P&D, para o desenvolvimento de grandes tecnologias competitivas, assumindo afinal uma estrutura tecnológica similar àquela de outros países industrializados, com forte atividade em P&D.

No segundo caso não é necessário adotar nenhuma estratégia particular de intervenção. A ocupação de nichos de mercado, como no passado, espontaneamente pela aquisição ou imitação de novas tecnologias menores e limitando a atividade de P&D. O perigo desta evolução é que outros países que já adotam este tipo de estratégia, como pôr exemplo os países em desenvolvimento do sudeste asiático, onde como competitividade ocupam posições mais elevadas e melhores que o Brasil.

Não é possível se prever, qual das duas evoluções se realizará. O que se pode, é fazer alguma conside-

ração sobre a eficácia dos investimentos e disponibilidade de recursos financeiros para P&D, para o desenvolvimento de novas tecnologias eficazes.

## 5. INVESTIMENTO E INOVAÇÃO

O problema da ação dos investimentos em P&D, sobre a geração de novas tecnologias se pode explicar deste modo: em qual medida uma certa quantidade de recursos de P&D, se traduz, quando no processo de inovação tecnológica, em certo número de novas eficientes tecnologias.

A tecnologia não é produto, mas sim ecossistema, e deve ser considerada à luz de quando se ensina a Ciência da Complexidade, que não existe uma relação linear entre a quantidade de recursos em P&D, e o número de novas tecnologias eficientes que poderão ser geradas a partir da atividade de P&D. E a nova tecnologia resultante nos países industrializados, mostra claramente a relação de não linearidade, e existem exemplos onde se identifica certo caos, culminando pelo abandono do desenvolvimento da inovação, por não ser tecnicamente factível, ou porque os recursos financeiros disponíveis são insuficientes para continuar a P&D. Em todos estes casos os recursos financeiros despendidos em P&D, podem ser considerados como perdas. De outra parte se pode freqüentemente observar o caso em que a relação de uma nova tecnologia catalisa a realização de outras tecnologias coligadas e o custo de P&D, será decisivamente inferior àquele que se poderá estimar em essência da primeira realização.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível afirmar que a relação entre a disponibilidade de recursos para P&D, e uma nova tecnologia não é linear e apresenta fenômenos de auto-catálise, no sentido de que a realização de uma nova tecnologia é capaz de favorecer numerosas outras novas tecnologias, num fenômeno em cascata.

O fenômeno de auto-catálise é muito importante nos países com forte atividade de P&D, uma vez que permite haver um elevado desenvolvimento de novas tecnologias ao mesmo tempo, e sustentar economicamente grandes investimentos em P&D, e portanto de haver disponibilidade de recursos financeiros suficientes para desenvolver até o final a inovação e suportar as perdas que ocorrem em caso de insucesso.

Os fenômenos de autocatálise são bem conhecidos em química e bioquímica, ou ainda nos ecossistemas biológicos, e são objetos de estudo da Ciência da Complexidade. Todos os fenômenos de auto-catálise apresentam um aspecto típico: a reação se inicia em um lugar específico, e se propaga rapidamente, em uma reação em cadeia, por meio do próprio produto da reação, que age como um agente catalisador.

## BIBLIOGRAFIA

- AGHION, P., HARRIS, C., HOWITT, P., VICHERS, J. **Competition, imitation and growth with step-by-step innovation**, Review of Economic Studies, v. 68, 1997.
- AMASON, A.C. **Distinguishing the effects of functional and dysfunctional conflict on strategic decision making: Resolving a paradox for top management teams**, Acad. Magt. J. v. 39, 1996.
- KAUFFMAN, S.A., LOBO, J. MACREADY, W.G., **Optimal search on a technology landscape**, Santa Fé Institute, 98-10-091, 1998
- KORN, H.J., BAUM, J.A.C., **Chance, imitative, and strategic antecedents to multimarket contact**, Academy of Management Journal, v. 42, 1999.
- MILLER, D., **The architecture of simplicity**, Acad. Magt. Rev. v. 18, 1993.
- MUKOYAMA, T., **Inovation, imitation, and grow with cumulative technology**, University of Rochester, NY, 2002.
- NICKELL, S.J., **Competition and corporate performance**, Journal of Political Economy, v. 104, 1996.
- WALDROP, M.M. **Complexity. The emerging Science at the Edge of Order and**. Chaos, Simon, NY, 1992.