

## **Paradigmas Tecnológicos e Estratégias Concorrenciais nas Atividades de Tecnologia de Informação (TI)**

*Antonio Carlos Diegues*  
**Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR – Campus Sorocaba**  
**Professor do Curso de Ciências Econômicas**  
[acdiegues@ufscar.br](mailto:acdiegues@ufscar.br)

*José Eduardo Roselino*  
**Economista – UNESP; Mestre e Doutor em Economia – IE/UNICAMP; Pesquisador do GEEIN/Unesp –**  
**Professor e pesquisador do Centro Universitário Salesiano de São Paulo - UNISAL e das Faculdades de Campinas - FACAMP**  
[jesrj@uol.com.br](mailto:jesrj@uol.com.br)

**Resumo:** Este artigo descreve e analisa o paradigma tecnológico e as estratégias concorrenciais vigentes nas atividades de Tecnologia de Informação (TI). Para tal, procura identificar os elementos responsáveis pela configuração das estruturas tecnológicas e de mercado destas atividades. O método utilizado para a identificação destes elementos é a análise dos paradigmas tecnológicos que caracterizam a indústria de TI. A partir desta análise, conclui-se que os impactos exercidos pelos paradigmas na criação de trajetórias tecnológicas específicas são responsáveis pelo estabelecimento de plataformas tecnológicas dominantes no setor. Utilizando este mesmo método, o artigo também mostra que o fenômeno que está na base de sustentação do atual paradigma tecnológico das TI (a modularização) condiciona a evolução das plataformas tecnológicas e, em decorrência, as transformações tecnológicas e na cadeia de valor destas atividades. Finalizando, o artigo conclui que dada a importância das plataformas na coordenação do processo inovativo e no direcionamento dos padrões tecnológicos, a busca pelo controle destas é fonte extremamente importante de assimetrias competitivas. Assim, grande parte das estratégias concorrenciais dos principais agentes é pautada por esse objetivo último.

**Palavras-Chave:** Tecnologias de Informação; Paradigmas Tecnológicos; Plataformas Tecnológicas; Dinâmica Concorrencial e Inovativa; Política Tecnológica e de Competitividade Industrial.

**Abstract:** The article describes and analyses technological paradigms and the competitive strategy found in information technology (IT) activities. Toward that goal, initially, an attempt to identify the elements that shape the technological dynamic and the market structures is exposed. The method used is based on the analyses of the competitive consequences of technological paradigm on the IT market. From the analyses, it is possible to conclude that the impact of paradigms on technological trajectories is responsible for the establishment of dominant platforms in this industry. By the same token, the paper shows that one phenomena that is at the base of the nowadays IT technological paradigm (modular production) also affects the evolution of technological platforms and, as a consequence, affects the technological transformation and the production chain of these activities. Finally, the work concludes that due to the important role played by the platforms in the coordination of innovative process and in the direction of technological development pattern, the search for control of the platforms is of paramount importance to generate competitive asymmetry. Therefore, great part of the competitive strategy of the main players is directed towards that goal.

**Key Words:** Information Technologies; Technological Paradigm; Technological Platforms; Competitive and Innovative Dynamics; Technological and Industrial Competitiveness Policies.

**JEL:** O31; L86; L63; L22; L52.

### **Introdução**

Este artigo descreve e analisa o paradigma tecnológico e as estratégias concorrenciais vigentes nas atividades de Tecnologia de Informação (TI). Em consonância com a definição proposta por Dosi (1982), procura analisar a dinâmica concorrencial e inovativa destas atividades a partir do exame do padrão de comportamento característico de suas empresas.

Este trabalho parte do conceito de paradigma tecnológico de Dosi (1982), que o define como um padrão de solução de problemas tecnológicos e econômicos a partir da adoção de um conjunto de procedimentos, da delimitação de problemas relevantes e da pesquisa acerca de conhecimentos específicos com o intuito último de se criar assimetrias competitivas. Segundo o autor, os paradigmas tecnológicos, na medida em que delimitam, condicionam e direcionam as estratégias competitivas, criam mecanismos de *feedback* e consolidam trajetórias tecnológicas que têm implicações diretas na dinâmica concorrencial e inovativa (Dosi, 1982). Ou seja, cada paradigma tecnológico, uma vez que envolve determinados métodos de resolução de problemas e bases de conhecimento distintas, é responsável pela criação de trajetórias tecnológicas e estratégias competitivas específicas.

A partir da evolução destas trajetórias, criam-se diferentes possibilidades de transformações tecnológicas, as quais caracterizam-se por apresentar fortes efeitos de cumulatividade. É justamente por meio desse processo de escolha das estratégias viabilizadas pelas trajetórias tecnológicas, e condicionadas em última instância pelo paradigma tecnológico, que se estabelecem as principais características da dinâmica concorrencial e inovativa (Dosi, 1988).

Nesse cenário, a partir deste arcabouço, o artigo buscará apresentar os aspectos tecnológicos e as estratégias concorrenciais nas atividades de TI por meio de um sentido de causalidade no qual o paradigma tecnológico é o agente responsável pelo estabelecimento das trajetórias tecnológicas. Neste sentido de causalidade, em consequência do estabelecimento das trajetórias, observa-se a criação de inúmeras possibilidades de avanço tecnológico, as quais criam efeitos de cumulatividade e afetam a dinâmica concorrencial e inovativa.

No entanto, vale destacar que apesar da abordagem utilizada por este trabalho se concentrar no exame desta dinâmica a partir de um sentido de causalidade unidirecional, a

abordagem sugerida por Dosi (1982) é mais ampla, uma vez que também demonstra a possibilidade de determinação mútua entre paradigma tecnológico e trajetória tecnológica.

Como esforço inicial de construção desta estrutura analítica, a seção 1 examina o fenômeno que está na base de sustentação do atual paradigma tecnológico das TI a saber, a modularização. A seção 2 procura examinar os mecanismos por meio dos quais a vigência de um paradigma tecnológico orientado por processos de modularização condiciona a dinâmica concorrencial e inovativa no setor. Em seguida, a seção 3 procura mostrar de que maneira a busca pela criação de assimetrias competitivas por meio do controle das plataformas tecnológicas influencia as estratégias concorrenciais na indústria de TI. Por último, são apresentadas algumas considerações finais.

### **1. Desenvolvimento Tecnológico nas Atividades de Tecnologia de Informação: a Importância da Modularização**

A modularização pode ser entendida como um processo através do qual tarefas e especificações são divididas e processadas de maneira independente por diferentes módulos. Esses módulos, por sua vez, são caracterizados como partes distintas, autônomas e que exercem funções específicas de um sistema maior, combinando-se para funcionarem conjuntamente como um todo. São unidades que apresentam elementos estruturais que são ao mesmo tempo fortemente conectados entre si (conexões intra-módulo) e pouco interligados com elementos de outras unidades (conexões inter-módulos) (Gawer & Cusomano, 2002a). Sendo assim, podem ser combinados de diferentes maneiras a fim de se transformarem em um determinado artefato.

Grosso modo, o processo de modularização configura-se a partir da concepção de uma estrutura que procure estabelecer parâmetros gerais acerca do funcionamento de todas as partes que compõe determinado sistema. Em outras palavras, o processo envolve a elaboração de um conjunto de regras e padrões de *design* que norteiam e condicionam o posterior estabelecimento de arquiteturas, interfaces e de um conjunto de testes acerca do funcionamento dos módulos.

A despeito deste processo poder ser aplicado em três objetos qualitativamente distintos (modularização no *design*, na produção e no uso), o arcabouço conceitual necessário para a compreensão do fenômeno em suas distintas manifestações é essencialmente o mesmo. Entretanto, dado sua maior importância para o dinamismo tecnológico nas atividades em TI, este trabalho se concentrará na análise da modularização nas atividades de concepção e *design*.

As atividades de concepção e de *design* situam-se em uma posição hierarquicamente superior no processo de modularização, visto que são as responsáveis pelo estabelecimento dos parâmetros que atendem os três objetivos gerais do processo de modularização: *i*) tornar a complexidade gerenciável, *ii*) viabilizar e organizar o trabalho de maneira paralela e independente entre os módulos e *iii*) diminuir a inter-dependência entre os módulos de maneira a facilitar o aprimoramento futuro e diminuir as incertezas quanto ao funcionamento do sistema completo.

Num primeiro momento, ao viabilizar a divisão do trabalho cognitivo a modularização permite que o desenvolvimento de tarefas que necessitam de diferentes competências específicas seja segmentado (Williamson, 1999). Em virtude da dificuldade de codificação do conhecimento, dado seu caráter tácito, essa segmentação tende a influenciar positivamente na execução de funções complexas. Isso porque a circunscrição intra-módulo de cada conjunto de tarefas que exigem capacitações específicas permite um melhor gerenciamento da complexidade dos projetos.

Paralelamente, essa circunscrição também permite que o trabalho seja realizado de maneira concomitante e independente por diferentes equipes. Tal fato, na medida em que elimina a intersecção de responsabilidades e o confronto de objetivos entre diferentes equipes, diminui de maneira significativa a necessidade de gerenciamento simultâneo de todas as fases do projeto. Ou seja, uma vez que as atribuições específicas a cada módulo derivam de padrões de *design* pré-estabelecidos, observa-se um alto grau de independência nas etapas de desenvolvimento do projeto.

Finalmente, em decorrência do estabelecimento dessa organização descentralizada, o processo de modularização cria mecanismos que favorecem o aprimoramento futuro e reduzem as incertezas acerca do funcionamento do sistema completo. Os padrões de *design*, ao eliminarem as interseções e interdependências entre o funcionamento próprio de diferentes módulos permitem que modificações e inovações ocorram de maneira incremental. Em outras palavras, uma vez que o sistema é fragmentado em partes independentes, o aprimoramento futuro pode ser delimitado a determinadas funções e módulos específicos.

Assim, a partir desta fragmentação, observa-se tanto um favorecimento do esforço de incorporação de inovações incrementais quanto uma diminuição da incerteza acerca do funcionamento do sistema como um todo. Tais benefícios, por sua vez, apresentam-se com maior intensidade nas fases iniciais de concepção e produção.

No entanto, apesar de seus inúmeros potenciais benefícios, o processo de modularização não se aplica em todas as atividades econômicas. A fim de que esses

benefícios possam se efetivar, é necessário que os objetos da modularização apresentem um conjunto mínimo de determinadas características, entre as quais serem passíveis de mapeamento, medição, rastreamento e análise (Baldwin & Clark 2000). Em síntese, é necessário que tais objetos possibilitem o controle de grande parte do funcionamento do sistema através do estabelecimento de normas e regras.

Uma vez apresentadas estas características, a consecução dos objetivos do processo de modularização está intrinsecamente relacionada com a capacidade de elaboração de um conjunto de regras e padrões de *design* que consiga estruturar e coordenar de maneira eficiente toda a complexidade do funcionamento do sistema.

A tarefa inicial desse processo consiste em identificar as inter-dependências cíclicas entre os diversos blocos do sistema. A partir desta identificação inicia-se o processo de elaboração de arquiteturas, as quais têm por objetivo principal eliminar estas inter-dependências. **As arquiteturas caracterizam-se por estabelecer um conjunto de decisões acerca da funcionalidade dos sistemas, ou seja, pela elaboração de regras que atribuam responsabilidades a diferentes blocos, organizem seu funcionamento e delimitem seus escopos de atuação.** É exatamente nesta etapa em que são tomadas as decisões acerca do grau de segmentação e dispersão das capacitações entre os agentes componentes do sistema modularizado.

A partir desta delimitação de funcionalidades entre diferentes blocos, surge a necessidade de estabelecer a interação entre estes a fim de se viabilizar o funcionamento do sistema como um todo. Para tal, as regras de *design* devem estabelecer padrões sobre a maneira por meio da qual ocorrerá a interface entre os blocos. **Entendidos como uma ligação entre dois objetos qualitativamente distintos, os padrões de interface estabelecem as normas que pautarão a transmissão de informações e o grau de inter-conectividade dos blocos.**

Uma vez estabelecidos os padrões de arquitetura e de interface do sistema, dada a complexidade das soluções de engenharia envolvidas nesse processo, há a necessidade de se criar procedimentos de integração e de testes do funcionamento conjunto dos diferentes blocos. Esses procedimentos procuram identificar e corrigir eventuais problemas de incompatibilidade entre os diferentes blocos a fim de que o sistema funcione como um todo.

Depois de terem sido eliminadas as inter-dependências cíclicas, segmentadas as funções e estabelecidas as interfaces, conclui-se o processo de modularização. Em síntese, observa-se que no intuito de possibilitar o processamento independente de tarefas e funcionalidades por meio de módulos, as regras de *design* estabelecem padrões de arquitetura,

de interface e de integração dos sistemas. Por sua vez, o estabelecimento e a evolução destes conjuntos de regras e padrões pode ser expresso, grosso modo, através do conceito de plataforma<sup>1</sup>.

Em decorrência dessa modularização e da conseguinte segmentação das capacitações, na medida em que a especialização e os processos de aprendizado aprofundam os conhecimentos, multiplicam-se as possibilidades de experimentação em cada módulo. Além disso, o desenvolvimento de novas capacitações com o intuito de solucionar problemas específicos no processo de consolidação do sistema traz consigo **a possibilidade permanente da criação de novos módulos não previstos anteriormente**. Conforme lembram Bresnahan & Richards (1999), **é justamente nessa possibilidade que reside grande parte do potencial inovativo de uma estrutura modularizada**. A efetivação deste potencial, por sua vez, é condicionada pelo grau de dispersão das capacitações tecnológicas e pela geração de externalidades de rede (Arthur, 1990). Uma boa ilustração deste fenômeno foi a introdução de um novo módulo (navegador) no sistema operacional Windows. Este módulo, ao mesmo tempo em que viabilizou a conexão dos micro-computadores equipados com este sistema operacional via internet, beneficiou-se das externalidades de rede decorrentes do domínio da plataforma pela Microsoft para derrotar seus competidores<sup>2</sup>.

Um alto grau de dispersão das capacitações é condição necessária, porém não suficiente, para que se potencialize o processo de experimentação contínua e a inovação nos mais diversos módulos. Como estes módulos são concebidos como blocos de funcionamento autônomo, não é necessário que a cada processo de experimentação sejam levadas em consideração as interdependências com os demais módulos do sistema. Essa autonomia de funcionamento influencia positivamente o processo inovativo ao diminuir tanto seus riscos e incertezas quanto o conjunto mínimo de capacitações necessárias a cada agente.

Paralelamente, a modularização também permite a geração de externalidades de rede, as quais têm efeitos indiretos muito importantes sobre o processo inovativo. Uma vez que a percepção pelo mercado do valor e da utilidade de um sistema completo está intrinsecamente relacionada com a disponibilidade de funcionalidades complementares, os efeitos da inovação em módulos específicos transbordam para o todo o sistema. **Em outras palavras, como os efeitos positivos não são capturados unicamente pelo agente inovador individual, torna-se interessante o estabelecimento de parcerias inovativas entre as equipes responsáveis por cada módulo**. Esse fenômeno tende a influenciar positivamente os retornos financeiros aferidos por cada agente frente aos seus dispêndios em atividades inovativas. Nesse cenário, os riscos são diluídos e cria-se um ambiente de incentivo mútuo acerca do aprimoramento

constante nos diversos módulos. Exemplos deste fenômeno podem ser observados através do exame das parcerias entre Microsoft e Intel (para o desenvolvimento de arquiteturas de hardware e software) e mais recentemente entre Apple e Google (na qual esta última proverá conteúdo via internet aos celulares I-Phone).

Além das implicações sobre o processo de evolução tecnológica, a modularização também afeta diretamente a estrutura de governança e a cadeia de valor de determinado sistema. Dadas as características técnicas da implementação de uma estrutura modularizada, os agentes responsáveis pelo estabelecimento das regras e padrões de *design* ocupam uma posição privilegiada no sistema. Como são os principais responsáveis pela delimitação do escopo deste, detém poder significativo sobre questões como o grau de abertura da arquitetura, a maneira em que ocorrerão as interfaces, a intensidade da modularização das funcionalidades relacionadas com a tecnologia *core* do sistema, entre outras. Enfim, a partir das especificações dos padrões de *design*, condicionam em última instância o funcionamento e a evolução do sistema.

Apesar da evidente influência sobre a organização e o desenvolvimento do sistema, os poderes dos formuladores dos padrões de *design* são limitados por seu interesse na criação e na viabilidade econômica de módulos complementares. Assim, os objetivos de suas decisões estratégicas desdobram-se em dois. Em primeiro lugar, buscam **potencializar a concentração das vantagens oriundas das economias de rede nos agentes responsáveis pela elaboração das especificações do sistema.** Paralelamente, também procuram **viabilizar o desenvolvimento de módulos e funcionalidades complementares, dada a contribuição destes para o aumento do valor do sistema como um todo.**

Em decorrência destas ações, emergem duas questões centrais sobre a organização da estrutura competitiva em sistemas modularizados.

A primeira delas diz respeito à maneira específica através da qual ocorre a coordenação entre os agentes responsáveis pelos diferentes módulos. Apesar do desenvolvimento destes estar condicionado em última instância pelas arquiteturas e interfaces, a conjugação do aprendizado tecnológico ao incentivo à constante experimentação fazem com que a evolução dos padrões pré-estabelecidos seja uma ameaça permanente à estabilidade do sistema.

A segunda está relacionada com o permanente incentivo à entrada de novos agentes. Na medida em que há um alto grau de segmentação das capacitações tecnológicas exigidas, não é necessário um acúmulo prévio de uma complexa gama de conhecimentos. Este fato, por sua vez, tende a diluir as barreiras à entrada. Além disso, ao poderem se beneficiar das

economias de rede oriundas de um sistema já consolidado, os riscos econômicos dos novos entrantes diminuem substancialmente. Assim, nota-se que a conjugação dos efeitos destas duas questões, a despeito de influenciar positivamente o potencial de evolução tecnológica do sistema, confere um certo grau de instabilidade intrínseca ao padrão vigente.

Outro importante desdobramento destes efeitos sobre a estrutura concorrencial em indústrias onde predomina a componentização é a conjugação simultânea de duas tendências antagônicas. Conforme destaca Roselino (2006: 21-22, grifos originais) estas podem ser personificadas em i) (...) ‘uma ‘tendência **centrípeta**’ atuando em direção à concentração das atividades (...) em um pequeno número de empresas com posições fortemente estabelecidas” e ii) uma ‘contra-tendência **centrífuga**’ agindo no sentido de criar oportunidades para empresas entrantes com a abertura de novos campos de atuação e aplicações inovadoras (...)”.

A tendência centrípeta está estritamente vinculada aos efeitos decorrentes das economias de rede. Em outras palavras, na medida em que estas economias tendem a gerar externalidades positivas crescentes e que beneficiam todos os segmentos relacionados a determinado sistema (firmas produtoras, fornecedoras e usuários, entre outros), atuam no sentido de consolidar padrões tecnológicos vigentes (Arthur, 1988). Em decorrência, há uma forte tendência de concentração dos recursos financeiros nas empresas líderes destes padrões, ou seja, aquelas responsáveis pelo estabelecimento e controle do sistema. Tal movimento, na medida em que se acentua, gera mecanismos de *feedback* que, no limite, podem levar à constituição de monopólios.

Paralelamente, a tendência centrífuga atua no sentido de tornar as estruturas de mercado menos concentradas. Essa tendência está relacionada com a presença de baixas barreiras à entrada, as quais são potencializadas pela segmentação de capacitações proporcionadas pela modularização. Nesse sentido, são viabilizadas fundamentalmente em virtude da criação de novas oportunidades propiciadas pela constante evolução do sistema vigente. Esse fenômeno decorre do fato de que o estabelecimento de funcionalidades complementares não exige o domínio de todo o conjunto de competências do sistema, e também dos efeitos que as economias de rede exercem sobre a redução de incertezas no ato de incorporação de novas funcionalidades nesses sistemas já estabelecidos.

A confrontação destas tendências, permeada pelos graus de intensidade que assumem em diferentes padrões tecnológicos é a grande responsável pela configuração das estruturas de mercado em estruturas modularizadas. Enquanto que a **tendência à concentração tende a ser preponderante em momentos de estabilidade tecnológica, a tendência à desconcentração se sobrepõe em momentos de instabilidade e rupturas nos padrões vigentes.**

Finalizando a análise sobre o processo de modularização, depois de se descrever sua elaboração, seus objetivos e características, além de seus impactos sobre a estrutura concorrencial e inovativa, cumpre deixar claro que este processo também envolve alguns custos.

Primeiramente, é necessária a criação de padrões de *design* que eliminem todas as inter-dependências dos blocos do sistema, segmentando-o em módulos autônomos. Tal processo envolve complexas e custosas soluções de engenharia, como a elaboração de arquiteturas e a realização de experimentos e testes.

Em decorrência destas ações, emergem duas questões centrais sobre a organização da estrutura competitiva em sistemas modularizados.

A primeira delas diz respeito à maneira específica através da qual ocorre a coordenação entre os agentes responsáveis pelos diferentes módulos. Apesar do desenvolvimento destes estar condicionado em última instância pelas arquiteturas e interfaces, a conjugação do aprendizado tecnológico ao incentivo à constante experimentação fazem com que a evolução dos padrões pré-estabelecidos seja uma ameaça permanente à estabilidade do sistema.

A segunda está relacionada com o permanente incentivo à entrada de novos agentes. Na medida em que há um alto grau de segmentação das capacitações tecnológicas exigidas, não é necessário um acúmulo prévio de uma complexa gama de conhecimentos. Este fato, por sua vez, tende a diluir as barreiras à entrada. Além disso, ao poderem se beneficiar das economias de rede oriundas de um sistema já consolidado, os riscos econômicos dos novos entrantes diminuem substancialmente. Assim, nota-se que a conjugação dos efeitos destas duas questões, apesar de influenciar positivamente o potencial de evolução tecnológica do sistema, confere um certo grau de instabilidade intrínseca ao padrão vigente.

Outro importante desdobramento destes efeitos sobre a estrutura concorrencial em indústrias onde predomine a componentização é a conjugação simultânea de duas tendências antagônicas. Conforme destaca Roselino (2006: 21-22, grifos originais) estas podem ser personificadas em i) (...) “uma ‘tendência **centrípeta**’ atuando em direção à concentração das atividades (...) em um pequeno número de empresas com posições fortemente estabelecidas” e ii) uma ‘contra-tendência **centrífuga**’ agindo no sentido de criar oportunidades para empresas entrantes com a abertura de novos campos de atuação e aplicações inovadoras (...)”.

A tendência centrípeta está estritamente vinculada aos efeitos decorrentes das economias de rede. Em outras palavras, na medida em que estas economias tendem a gerar externalidades positivas crescentes e que beneficiam todos os segmentos relacionados a

determinado sistema (firmas produtoras, fornecedoras e usuários, entre outros), atuam no sentido de consolidar padrões tecnológicos vigentes (Arthur, 1988). Em decorrência, há uma forte tendência de concentração dos recursos financeiros nas empresas líderes destes padrões, ou seja, aquelas responsáveis pelo estabelecimento e controle do sistema. Tal movimento, na medida em que se acentua, gera mecanismos de *feedback* que, no limite, podem levar à constituição de monopólios.

Paralelamente, a tendência centrífuga atua no sentido de tornar as estruturas de mercado menos concentradas. Essa tendência está relacionada com a presença de baixas barreiras à entrada, as quais são potencializadas pela segmentação de capacitações proporcionadas pela modularização. Nesse sentido, são viabilizadas fundamentalmente em virtude da criação de novas oportunidades propiciadas pela constante evolução do sistema vigente. Esse fenômeno decorre do fato de que o estabelecimento de funcionalidades complementares não exige o domínio de todo o conjunto de competências do sistema, e também dos efeitos que as economias de rede exercem sobre a redução de incertezas no ato de incorporação de novas funcionalidades nesses sistemas já estabelecidos.

A confrontação destas tendências, permeada pelos graus de intensidade que assumem em diferentes padrões tecnológicos é a grande responsável pela configuração das estruturas de mercado em estruturas modularizadas. Enquanto que **a tendência à concentração tende a ser preponderante em momentos de estabilidade tecnológica, a tendência à desconcentração se sobrepõe em momentos de instabilidade e rupturas nos padrões vigentes.**

Finalizando a análise sobre o processo de modularização, depois de se descrever sua elaboração, seus objetivos e características, além de seus impactos sobre a estrutura concorrencial e inovativa, cumpre deixar claro que este processo também envolve alguns custos.

Primeiramente, é necessária a criação de padrões de *design* que eliminem todas as inter-dependências dos blocos do sistema, segmentando-o em módulos autônomos. Tal processo envolve complexas e custosas soluções de engenharia, como a elaboração de arquiteturas e a realização de experimentos e testes.

Além disso, é necessário que haja uma grande disseminação e aceitação destes padrões por parte dos agentes responsáveis por cada módulo. Ou seja, a fim de que se engendre uma estrutura capaz de gerar economias de rede, a presença de uma certa liderança consentida entre os integrantes do sistema é uma prerrogativa essencial.

Por último, porém não menos importante, ainda vale destacar que a despeito do grande potencial de criação de valor inerente a uma estrutura modularizada, esse valor é facilmente

transbordado. Esta dificuldade de apropriação, por sua vez, cria diversos riscos e incertezas, principalmente no que tange aos potenciais benefícios apropriados pelo líder da plataforma.

A análise dos efeitos destes custos permeada pelas implicações que o processo de modularização exerce sobre a estrutura concorrencial e inovativa torna-se então elemento fundamental para a compreensão de sistemas modularizados. Uma vez que **tal fenômeno é característica fundamental das atividades de TI, é a partir da perspectiva da modularização e da conseguinte formação de plataformas tecnológicas que se deve analisar sua dinâmica concorrencial e inovativa.**

## **2. Coordenação do Processo Inovativo e Confrontamento entre Diferentes Paradigmas Tecnológicos nas TI: a Importância das Plataformas**

A aplicação do processo de modularização nas atividades de TI, ao modificar os paradigmas tecnológicos do setor, criou as bases que viabilizaram a drástica reconfiguração de suas estruturas de mercado.

Ao fracionar o conjunto de tarefas e funcionalidades de um sistema em módulos distintos e autônomos, potencializou o processo de segmentação de capacitações entre agentes. Essa segmentação, por sua vez, ao diminuir as barreiras tecnológicas à entrada, incentivou a criação de novas empresas em segmentos específicos de mercado. De maneira complementar a esse processo, o rápido avanço tecnológico viabilizou a aplicação das TIs em uma ampla gama de atividades, fato este que potencializou as oportunidades de consolidação de novos entrantes.

Com a emergência de uma estrutura de mercado descentralizada, surgem as necessidades de se estabelecer padrões mínimos de coordenação entre agentes localizados nos mais diversos segmentos. É nesse contexto que pode ser entendido o conceito de plataforma tecnológica.

A partir de uma abordagem ampla, semelhante àquela adotada por autores como Bresnahan & Greestein (1999), Gawer & Herderson (2005), Cusomano & Gawer (2001) e West (2003), a plataforma tecnológica pode ser entendida como um sistema passível de evolução, composto por componentes independentes que possuem capacidade inovativa própria. Aplicando esta abordagem às atividades de TI, uma definição mais específica é aquela que entende uma plataforma como o estabelecimento e a evolução de um conjunto de regras e padrões de arquitetura e interface que possibilitam o processamento independente de tarefas e funcionalidades por meio de módulos distintos.

Num setor caracterizado pelo alto dinamismo e pela complexidade tecnológica como o de TI, esses módulos buscam prover soluções altamente específicas, configurando-se cada vez mais como produtos complementares às funcionalidades *core* da plataforma.

Em virtude da rápida e incessante evolução tecnológica verificada no setor, a resolução de novos problemas bem como a exploração de novos nichos de mercado constituem-se em fontes exponenciais de oportunidades inexploradas. O pleno aproveitamento destas possibilidades, por sua vez, está intrinsecamente relacionado com o domínio de um conjunto de capacitações, cada vez mais complexas e específicas. Dada a impossibilidade de um único agente, ou até mesmo um grupo restrito destes, dominarem esse conjunto complexo de capacitações, observa-se um espraiamento da capacidade inovativa entre os diversos módulos da plataforma

Sendo assim, em decorrência dos padrões tecnológicos que habilitam as funcionalidades centrais das plataformas serem caracterizados por uma relativa estabilidade, observa-se que **a inovação em módulos ou produtos complementares se configura como o elemento central da dinâmica inovativa nas plataformas de TI.**

Com um processo inovativo descentralizado, não só a evolução tecnológica mas também a consolidação econômica das plataformas passam a depender cada vez mais do melhoramento e da incorporação de novas funcionalidades em produtos complementares. Isso porque o aumento constante das funcionalidades derivadas da inovação em produtos complementares tem a capacidade de influenciar a consolidação das plataformas.

Esse fenômeno ocorre basicamente em função das externalidades de rede. Isso porque as externalidades de rede criam retornos positivos cujos impactos se disseminam entre todos os agentes constituintes do sistema. Conforme afirmam Cusomano & Gawer (2001: 5), “quanto mais pessoas usam produtos organizados em torno de plataformas, existem mais incentivos para que sejam introduzidos produtos complementares, os quais estimulam mais pessoas a comprar ou utilizar os primeiros, estimulando assim mais inovação, *ad infinitum*”.

Esse ciclo virtuoso causa importantes impactos sobre a plataforma. O desdobramento econômico destes impactos está relacionado com a percepção de valorização do conjunto do sistema como um todo. Ou seja, quanto maior é a expansão das funcionalidades da plataforma, maior é seu espectro de aplicabilidade, fato este que reforça sua demanda e faz com que os potenciais consumidores passem a atribuir um maior valor à plataforma.

A maior valorização, por sua vez, deriva da percepção do consumidor dos impactos positivos que a utilização de um conjunto integrado, completo e padronizado de soluções é capaz de lhe proporcionar, dada a dificuldade de integração e de manipulação de soluções

incompatíveis entre si. Em síntese, o valor da plataforma cresce de maneira mais que proporcional à criação de produtos e funcionalidades complementares.

Outro desdobramento está relacionado com os efeitos que as externalidades de rede exercem sobre a consolidação tecnológica da plataforma. Uma vez que a base de usuários tenha ultrapassado determinado nível crítico mínimo, os efeitos dos processos de *learning by doing* e *learning by interacting* são potencializados. Em outras palavras, na medida em que os usuários aprendam a manejar determinados produtos e tecnologias complexas de maneira eficiente, o custo de migração para plataformas que ofereçam funcionalidades similares torna-se muito alto (Arthur, 1988).

Além disso, e talvez mais importante, vale lembrar que cada plataforma é organizada em torno de padrões de arquitetura e de interface específicos, o que implica a aquisição de produtos também específicos. Assim, a migração para outras plataformas ou até mesmo mudanças radicais na atual implicam enormes custos de saída para o usuário (relacionados à necessidade de se adquirir novos produtos).

Por outro lado, a permanência prolongada em determinada plataforma e/ou sua relativa estabilidade tecnológica implicam a desvalorização mais gradual de seus produtos (Bresnahan, 2000). Nesse contexto, a análise dos efeitos das externalidades de rede sobre a dimensão tecnológica das plataformas, mostra que a consolidação destas é caracterizada por fortes efeitos de *lock-in*.

A partir da percepção dos efeitos de *lock-in* sobre a consolidação das plataformas, a análise do *timing* dos agentes passa a ser um elemento central na dinâmica concorrencial. Em outras palavras, o momento de entrada em determinado mercado passa a ser fundamental para o sucesso de determinada estratégia competitiva. Isso porque os efeitos das economias de rede atribuem vantagens substanciais aos *first movers*, ou seja, àqueles que conseguem construir uma plataforma capaz de gerar retornos positivos primeiro que os concorrentes (Arthur, 1990).

É justamente a partir da compreensão dos benefícios cumulativos derivados da apropriação destes retornos positivos que se verifica a importância da posição de liderança no desenvolvimento da plataforma. Em essência, o agente líder é aquele que apresenta maior capacidade de comandar a inovação e condicionar os padrões tecnológicos vigentes em determinada plataforma (Gawer & Cusomano, 2002). Conforme já fora afirmado, esse comando é exercido em grande parte através da elaboração de regras e padrões de *design* que condicionam as arquiteturas e as interfaces da plataforma.

Ao exercer o comando, o líder da plataforma se posiciona em um estágio hierarquicamente superior aos demais componentes do sistema. Como é o responsável pelas balizas que nortearão a evolução da plataforma, consegue arbitrar entre a segmentação de capacitações e responsabilidades de modo a auferir vantagens competitivas próprias. Essas vantagens desdobram-se em assimetrias frente aos produtores de módulos complementares, erigindo barreiras à entrada que limitam a migração destes para as funções *core* da plataforma.

Não obstante a capacidade de coordenação da inovação ser um determinante fundamental para o estabelecimento da liderança, não há necessariamente uma relação direta e imediata entre a qualidade do padrão tecnológico adotado por determinado agente e sua capacidade de liderar o mercado. Arthur (1988) e David (1985) ao destacarem a importância de pequenos acontecimentos históricos, lembram que a princípio, dadas as vantagens oriundas dos efeitos de *first mover* e *de lock in*, a consolidação de determinada plataforma deriva em grande parte de seu potencial de engendrar retornos positivos e economias de rede. Ou seja, nada assegura que um padrão tecnológico mais avançado (menos avançado) esteja automaticamente destinado ao sucesso (fracasso). Inúmeros exemplos clássicos, que vão desde o episódio Betamax *versus* VHS até a disputa entre Windows e MAC OS, ilustram tal fenômeno.

**Entretanto, em determinadas situações onde os efeitos de *lock in* ainda não tenham atingido certa magnitude, a superioridade tecnológica pode ser um elemento positivo para a busca da liderança. Além disso, outros fatores como um alto *market share*, grande dinamismo inovativo e o estabelecimento de parcerias estratégicas com agentes em diversos módulos podem influenciar decisivamente na seleção da plataforma líder.**

Nessa estrutura de mercado, onde a busca pelo **controle das plataformas é fonte extremamente importante de assimetrias competitivas, grande parte das estratégias concorrenciais dos principais agentes é pautada por esse objetivo último.**

### **3. Estratégias Concorrenciais num Ambiente de Competição via Plataformas Tecnológicas**

Em virtude da alta complexidade de se formular e implementar estratégias concorrenciais com o intuito de se conseguir o controle das plataformas tecnológicas, Gawer & Cusumano (2002) **buscaram compreender a dinâmica dos setores de TI a partir deste arcabouço.** Para isso, estabeleceram uma estrutura analítica que agrega o conjunto de ações

das firmas líderes de plataforma em quatro níveis, a saber: *i*) Escopo da firma, *ii*) Tecnologia do produto (arquitetura, interfaces, propriedade intelectual), *iii*) Relacionamento com produtores de complementos e *iv*) Organização interna.

O primeiro nível da estrutura, **o escopo da firma**, procura identificar qual deve ser a amplitude das atividades desta. A decisão sobre quais produtos complementares a firma deve desenvolver internamente e quais deve atribuir aos demais agentes é talvez o quesito mais importante para a manutenção e a consolidação da liderança na plataforma.

Conforme fora citado anteriormente, grande parte do valor e da capacidade de geração de economias de rede de uma plataforma está relacionada com o grau de disponibilidade de produtos complementares. Porém, a segmentação de responsabilidades é condicionada pela interação complexa entre diversos fatores.

Em primeiro lugar, é necessário que haja uma ampla difusão entre os potenciais fornecedores de produtos complementares de um conjunto mínimo de capacitações tecnológicas. Do contrário a incessante introdução de novas funcionalidades derivadas do processo de consolidação da plataforma se tornaria impossível. No entanto, a descentralização de capacitações tecnológicas não é uma condição suficiente *per se*. Conforme lembram Cusumano & Gawer (2001), para que se observe a ampliação da oferta dos produtos complementares também é necessário que a estratégia da empresa líder tenha credibilidade frente às demais firmas da plataforma. Isso porque, dados os riscos e os custos de saída derivados da adoção de um determinado padrão tecnológico, os fornecedores de produtos complementares só se comprometerão com determinada plataforma se vislumbrarem nela altas oportunidades de lucro. Ou seja, a empresa líder tem que ser capaz de articular argumentos econômicos e tecnológicos que convençam outras firmas.

A habilidade para determinar o nível ótimo de descentralização também depende do conjunto de capacitações possuídas pela firma líder. Uma vez que esse conjunto pode assumir diferentes graus, é recomendável que a líder de plataforma desenvolva internamente apenas produtos complementares nos quais possua capacidade econômica e tecnológica de competir com agentes externos.

Para os demais produtos que também são importantes para a consolidação da plataforma mas que as líderes não têm capacidade de desenvolver internamente, surgem outras estratégias. Uma importante estratégia consiste na aquisição de empresas que dominem as capacitações necessárias para tal desenvolvimento. Na maioria dos casos essa é a maneira mais rápida e menos custosa de se criar capacitações. No entanto, essa estratégia, conforme será discutido pelo terceiro nível da estrutura analítica, pode prejudicar as relações de parceria

com os fornecedores. Outra estratégia que também será mais bem explorada no terceiro nível da estrutura analítica, é o estabelecimento de parcerias que incentivem a incorporação de novas funcionalidades ou até mesmo a criação de novos segmentos de mercado. Por meio destas parcerias, empresas líderes e complementares se beneficiariam conjuntamente da ampliação do escopo (e da conseguinte maior valorização) da plataforma.

Ainda com relação ao desenvolvimento externo de produtos complementares acerca dos quais as empresas líderes não possuem competências, destaca-se a possibilidade de impulsioná-los através da criação de fundos de *venture capital*. Conforme lembram Cusumano & Gawer (2001), além de viabilizar a criação de novas competências, por meio destes fundos as líderes podem sinalizar para o mercado (através da escolha de projetos prioritários) quais são suas perspectivas acerca do avanço da plataforma.

Em síntese, observa-se que a decisão sobre o grau ótimo do escopo da firma depende de vários fatores complexos. Além disso, essa escolha não é definitiva. Uma vez que a criação de uma ampla gama de produtos complementares influencia permanentemente a evolução das plataformas, os esforços contínuos de delimitação do escopo tornam-se umas das principais condicionantes das demais estratégias da firma.

O segundo nível da estrutura proposta por Gawer & Cusumano (2002) analisa as diversas estratégias acerca da **tecnologia do produto** ou seja, especificações de arquitetura, interfaces e regimes de propriedade intelectual.

A definição da arquitetura determina o grau e o tipo da inovação e dos investimentos que ocorrerão externamente às empresas líderes, exercendo grande influência sobre a consolidação e a evolução da plataforma. Ou seja, a intensidade da modularidade dos padrões e das regras de *design* da tecnologia tem impactos substanciais sobre a estrutura da indústria. Conforme lembram Gawer & Cusumano (2002:9) “a escolha de uma arquitetura modular (...) é particularmente importante. (Isso porque) *designs* modulares têm o poder de reduzir os custos de inovação para firmas externas e incentivar o surgimento de companhias especializadas que podem realizar grandes e criativos investimentos em produtos e serviços complementares.”

Além do grau de modularidade da arquitetura, também vale destacar a importância dos padrões de interface. O estabelecimento de interfaces abertas, permite uma maior conectividade entre os diversos componentes da plataforma. Com regras de interface especificadas publicamente pela líder da plataforma, potenciais firmas complementares tornam-se aptas a aderirem à plataforma.

Outra variável estratégica na definição e na consolidação de plataformas líderes é o regime de propriedade intelectual adotado. Isso porque, tal qual o estabelecimento da arquitetura e das interfaces, um regime de propriedade intelectual que dissemine informações técnicas configura-se num incentivo para o desenvolvimento de produtos complementares.

Apesar destes inúmeros benefícios que se associam à adoção de uma plataforma aberta, tal estratégia também incorre em diversos riscos. A definição do grau ideal de abertura envolve um conjunto de variáveis que interagem entre si de maneira complexa. Por um lado, arquitetura, padrões de interface e regimes de propriedade intelectual abertos ampliam a valorização da plataforma através da inovação e do desenvolvimento de produtos complementares (Bresnahan, 1998). **Por outro, um grau de abertura demasiado pode fazer com que as líderes da plataforma percam o domínio exclusivo sobre informações e competências tecnológicas estratégicas.**

Conforme se pode observar, a escolha sobre os padrões de tecnologia a serem utilizados é uma variável estratégica. **Ao mesmo tempo em que estes necessitam ser abertos para incentivar a geração de economias de rede, precisam proteger os investimentos e os ativos estratégicos das firmas líderes da plataforma** (Bresnahan, 1998). Assim, a capacidade de arbitragem deste *trade-off* é provavelmente até mais importante que as características inerentes à própria tecnologia utilizada .

O terceiro nível da estrutura analítica procura examinar as várias dimensões do **relacionamento entre firmas líderes e produtores de complementos**. Essas dimensões concretizam-se nas dicotomias entre consenso e controle, e entre colaboração e competição.

O pré-requisito para o estabelecimento de uma plataforma líder é a obtenção de um certo consenso entre uma vasta e diversificada gama de agentes. É somente a partir da concordância entre as empresas líderes e estes agentes acerca de especificações técnicas de arquitetura e de interface que se viabiliza o desenvolvimento de produtos complementares. Na ausência de um consenso mínimo o risco de fracasso da plataforma é imenso. Nessa mesma linha, Richardson (1972) afirma que a essência da cooperação reside no fato de que os parceiros aceitam a comprometerem-se com algumas obrigações e fornecem, em contrapartida, um certo grau de garantia quanto ao seu comportamento futuro.

Paralelamente a esse consenso, as empresas líderes também têm que exibir uma certa capacidade de controle sobre a evolução da plataforma por dois motivos principais. Por um lado, o domínio sobre os padrões e as regras de *design* afeta continuamente todos os agentes e, por isso, é condição estratégica para o controle da evolução tecnológica da plataforma. Por outro lado, em virtude das incessantes modificações tecnológicas, a manutenção da

conectividade entre produtos complementares influencia diretamente o valor econômico da plataforma.

Apesar da importância da dimensão controle / consenso sobre a consolidação da plataforma, nota-se que a consecução simultânea destes objetivos é no mínimo instável. A diminuição desta instabilidade necessariamente passa pela compreensão por parte das firmas líderes da importância de se estabelecer relacionamentos de dependência mútua. Mais do que tentarem simplesmente se impor, é necessário que as empresas líderes fomentem um ambiente que estimule a inovação, gere externalidades de rede e ao mesmo tempo consolide suas posições de liderança.

A necessidade de se engendrar tal ambiente nos remete à **dicotomia entre colaboração e competição**. Conforme já fora afirmado anteriormente, o estabelecimento de relações de cooperação com os demais agentes gera vários impactos positivos sobre a plataforma. Grosso modo, estes impactos se desdobram no aumento do escopo da plataforma (através da inovação em produtos complementares), na geração de externalidades de rede e na conseguinte consolidação da plataforma.

No entanto, o estabelecimento de parcerias é um processo altamente complexo, uma vez que envolve a arbitragem constante entre as decisões estratégicas sobre quais serão as atividades *core* das empresas líderes. Nesse sentido, Richardson (1972), procura mostrar que as empresas líderes devem se concentrar em atividades **similares** (que requerem os mesmos conhecimentos, experiências ou qualificações), estabelecendo parcerias apenas para atividades **complementares** (nas quais as empresas parceiras devem harmonizar seus planos), correspondentes a fases distintas de um mesmo processo produtivo.

Dado que as parcerias envolvem a disseminação do conhecimento tácito e de informações importantes, as capacitações estratégicas podem fluir para ambos os lados da parceria. Assim corre-se o risco do aprendizado tecnológico e inovativo de fornecedores complementares torná-los aptos a contestar futuramente a própria líder da plataforma.

Num plano oposto, as empresas complementares também sofrem uma série de riscos. Muitas vezes as empresas líderes podem apenas estar interessadas em estabelecer parcerias com o intuito de adquirir capacitações extras para depois se inserir como um novo competidor nos segmentos das parceiras. Dado o maior poder de mercado dessas líderes, tal inserção implicaria sérios riscos à sobrevivência das fornecedoras complementares.

Em virtude destes fatores, o estabelecimento de parcerias é um processo altamente delicado. Assim, seu sucesso está intrinsecamente relacionado com a criação de um ambiente de confiança mútua entre os agentes. Com relação às empresas complementares, é necessário

que estas busquem demonstrar que realmente estão comprometidas com a consolidação da plataforma em questão. Além disso devem posicionar-se como provedoras de funcionalidades complementares e não como potenciais contestadoras dos atuais padrões tecnológicos. No que diz respeito às empresas líderes, é necessário que estas se comprometam a não expandir constantemente seu escopo para novos segmentos de modo a prejudicar a viabilidade econômica das fornecedoras complementares. (Cusumano & Gawer, 2001). Para tal, um amplo conjunto de sinalizações, assim como de medidas organizacionais (abordadas no próximo nível da estrutura) podem influenciar positivamente no estabelecimento da confiança mútua.

No entanto, apesar da importância da cooperação entre líderes e empresas complementares, os mecanismos de incentivo à evolução tecnológica da plataforma devem ter como pré-requisito a existência de um estado latente de competição. Este estado de competição caracteriza-se por ser um ambiente em que tanto as empresas líderes quanto as complementares sejam receosas acerca da capacidade de expansão recíproca para seus respectivos segmentos de atuação. Nesse cenário, amedrontadas pela capacidade de expansão das parcerias, buscariam inovar constantemente de modo a construir barreiras à entrada em seus segmentos.

Em síntese, a relação entre empresas líderes e complementares é ao mesmo tempo essencial para a consolidação da plataforma, e uma fonte de potenciais instabilidades para a evolução desta. Tal instabilidade, por sua vez, deriva da percepção de que apresenta paralelamente dicotomias entre controle e consenso, colaboração e competição.

O quarto e último nível da estrutura analítica proposta por Gawer & Cusumano (2002) descreve em que medida a **organização interna** pode influenciar na consolidação e evolução das plataformas. Sua análise concentra-se na capacidade que estruturas, processos e culturas de gerenciamento possuem de incentivar a geração de externalidades positivas entre empresas líderes e complementares.

Em primeiro lugar, os autores mostram que é necessário que os conflitos entre diferentes grupos internos às organizações sejam administrados. Dada a complexidade que envolve o conjunto de capacitações que forja uma plataforma, é altamente provável que existam discordâncias estratégicas entre grupos alocados em uma mesma firma. Uma grande fonte de tais discordâncias é provocada pelo conflito de interesses entre grupos responsáveis por diferentes funcionalidades da plataforma. Isso porque conforme a plataforma evolui, diferentes funcionalidades são criadas, extintas ou modificadas.

Com o intuito de diminuir tais conflitos, Gawer & Herderson (2005) destacam a importância do estabelecimento de uma hierarquia organizacional que faça com que divisões e grupos de trabalho com responsabilidades tecnológicas potencialmente conflitantes sejam subordinados a diferentes comandos. Outra característica importante destacada pelos autores é a separação as áreas de prospecção de novos negócios / tecnologias das equipes responsáveis pela tecnologia atual. Assim, com uma estrutura mais desintegrada, o potencial de conflitos internos tenderia a diminuir.

De maneira complementar aos efeitos de tais medidas, Gawer & Herderson (2005) também mostram que é necessário que as empresas adotem procedimentos que sejam tolerantes à divergência interna de opiniões. Essa constatação, por sua vez, decorre do fato de que em um ambiente no qual o processo inovativo é complexo, incerto e inter-disciplinar (Dosi, 2000) uma cultura organizacional que incentive a busca de soluções por meio de diferentes maneiras pode potencializar o aprendizado tecnológico interno.

Não obstante esses benefícios internos, nota-se que algumas das implicações destas medidas transbordam para o ambiente externo à empresa, afetando inclusive suas parcerias com empresas complementares. Isso porque, na medida em que as empresas líderes estabelecem uma estrutura organizacional baseada em equipes desintegradas, conseguem fazer com que essas equipes estabeleçam relações mais próximas e flexíveis com as parceiras. Essas proximidade e flexibilidade maiores, por sua vez, permitem uma maior transmissão do conhecimento tácito.

Além disso, a estrutura organizacional desintegrada também influencia positivamente a credibilidade das empresas líderes frente às fornecedoras complementares. Ao estabelecerem parcerias com equipes desintegradas, as empresas complementares vislumbram uma menor possibilidade de ‘vazamento’ de informações estratégicas relativas às suas capacitações (seja para outras firmas ou até mesmo para departamentos das mesmas empresas líderes com os quais concorrem em outros segmentos)

Em síntese, Gawer & Herderson (2005) destacam a importância das empresas estabelecerem uma estrutura organizacional que seja condizente com a compreensão da plataforma como um sistema no qual um amplo espectro de agentes está ligado por meio de uma dependência mútua. Ou seja, a dinâmica concorrencial de indústrias caracterizadas por produtos organizados em torno de plataformas deve se amparar em “uma visão que constata que o ecossistema em torno destas plataformas pode ser maior do que a soma de todas suas partes” (Cusumano & Gawer, 2001).

### **Conclusão**

Com o intuito de se descrever e analisar os determinantes da dinâmica concorrencial e inovativa nas TI, utilizou-se como objeto de análise o paradigma tecnológico destas atividades. A partir dos impactos exercidos por estes na criação de trajetórias tecnológicas específicas, procurou-se destacar de que maneira a evolução dos paradigmas influencia o estabelecimento de plataformas tecnológicas dominantes no setor. É neste sentido que também se procurou descrever a forma pela qual o fenômeno que está na base de sustentação do atual paradigma tecnológico das TI (a modularização) condiciona a evolução das plataformas tecnológicas e, em decorrência, as transformações tecnológicas e na cadeia de valor destas atividades.

Em virtude do exame das características do processo de modularização, concluiu-se que a partir da segmentação das capacitações, os processos de aprendizado são potencializados, os quais multiplicam as possibilidades de experimentação em cada módulo. Além disso, mostrou-se que o desenvolvimento de novas capacitações com o intuito de solucionar problemas específicos no processo de consolidação do sistema **traz consigo a possibilidade permanente da criação de novos módulos não previstos anteriormente. É justamente nessa possibilidade que reside grande parte do potencial inovativo de uma estrutura modularizada.**

Outra importante influência sobre o processo inovativo, ainda que indireta, exercida pelo estabelecimento de uma estrutura modularizada é a sua capacidade de incentivar a geração de externalidades de rede. Isso porque, uma vez que a percepção pelo mercado do valor e da utilidade de um sistema completo está intrinsecamente relacionada com a disponibilidade de funcionalidades complementares, mostrou-se que os efeitos da inovação em módulos específicos transbordam para o todo o sistema. Nesse cenário, os riscos são diluídos e cria-se um ambiente de benefício mútuo com incentivo ao aprimoramento tecnológico nos diversos módulos.

Além das implicações sobre o processo de evolução tecnológica, mostrou-se também que a modularização afeta diretamente a estrutura de governança e a cadeia de valor de determinado sistema. Em virtude das características técnicas da implementação de uma estrutura modularizada, os agentes responsáveis pelo estabelecimento das regras e padrões de *design* e interface ocupam uma posição privilegiada no sistema, exercendo influência sobre a organização e a evolução da cadeia de valor. A intensidade desta influência, por sua vez, é condicionada pela conjugação das tendências centrípeta e centrífuga. Mostrou-se que a primeira, a partir dos efeitos das economias de rede, atua no sentido de reforçar a

concentração dos mercados. Já a segunda, através da diminuição das barreiras à entrada possibilitada pela segmentação das capacitações, atua no sentido de tornar as estruturas de mercado menos concentradas.

Com a tendência de segmentação das capacitações decorrente do processo de modularização, mostrou-se que tanto o processo inovativo como a evolução de um conjunto de regras e padrões de arquitetura e interface passam a ser controlados por meio do estabelecimento de plataformas tecnológicas. Na medida em que estas plataformas se consolidam sobre padrões tecnológicos relativamente estáveis, destacou-se que a inovação incremental (materializada na criação de módulos ou produtos complementares) se configura como o elemento central da dinâmica inovativa nas plataformas de TI.

Além destes impactos sobre a dinâmica inovativa, mostrou-se que a incorporação de produtos complementares constitui-se num importante elemento para a consolidação do mercado e para o aumento de valor das plataformas. Isso porque, a partir da geração de externalidades de rede criam-se retornos positivos que fazem com que quanto mais pessoas utilizem produtos organizados em torno de determinadas plataformas, maiores se tornem os incentivos para que sejam introduzidos produtos complementares. A incorporação de funções complementares, por sua vez, estimula mais pessoas a comprar ou utilizar os produtos da referida plataforma, estimulando assim mais inovação e reforçando o processo de consolidação desta. Ou seja, além da importância da dimensão tecnológica, a consolidação destas plataformas é muito influenciada pelos efeitos de *lock-in*.

Dada a importância das plataformas na coordenação do processo inovativo e no direcionamento dos padrões tecnológicos, a busca pelo controle destas é fonte extremamente importante de assimetrias competitivas. Assim, grande parte das estratégias concorrenciais dos principais agentes é pautada por esse objetivo último.

Grosso modo, mostrou-se que, com o intuito de estabelecer posições de liderança no comando da plataforma, as firmas estruturam suas ações a partir de quatro dimensões, materializadas em seu escopo de atuação, na tecnologia de seus produtos, no relacionamento com os produtores de produtos complementares e em sua organização interna. Concluiu-se que a decisão sobre quais produtos complementares a firma deve desenvolver internamente e quais deve atribuir aos demais agentes talvez seja o quesito mais importante para a manutenção e a consolidação da liderança na plataforma. A escolha sobre os padrões de tecnologia, também se apresenta com uma variável estratégia. Isso porque, ao mesmo tempo em que estes necessitam ser abertos para incentivar a geração de economias de rede, precisam proteger os investimentos e os ativos estratégicos das firmas líderes da plataforma.

Outro importante elemento para o estabelecimento de posições de liderança no comando de plataformas tecnológicas é o estabelecimento de parcerias entre firmas líderes e complementares a fim de se ampliar o escopo da plataforma, permitindo a geração de externalidades de rede e facilitando assim sua consolidação. No entanto, a fim de se potencializar os efeitos destas parcerias, mostrou-se que as empresas devem estabelecer uma estrutura organizacional que seja condizente com a compreensão da plataforma como um sistema no qual um amplo espectro de agentes está ligado por meio de uma dependência mútua.

Em síntese, a construção deste arcabouço analítico trouxe importantes elementos que permitem afirmar que os paradigmas tecnológicos são os elementos estruturais mais importantes para o estabelecimento de plataformas tecnológicas dominantes, as quais configuram-se como os principais fatores que condicionam as estratégias concorrenciais e inovativa nas TI.

#### **Notas de final de texto:**

<sup>1</sup>Uma definição mais completa, assim como a análise pormenorizada das implicações do conceito de plataforma sobre a dinâmica concorrencial e inovativa das atividades de TI serão apresentadas na próxima seção.

<sup>2</sup>Para um exame detalhado deste episódio e a descrição de seus impactos sobre as estruturas tecnológicas e concorrenciais da indústria de TI ver Bresnahan (2000)

#### **Referências bibliográficas:**

ARTHUR. W. B. (1988). Self-Reinforcing Mechanisms in Economics. In: P. W. Anderson, K. J. Arrow & D. Pines (Editors), *The Economy as an Evolving Complex System*. SFI Studies in the Sciences of Complexity. Reading, Mass., Addison-Wesley Publishing Company.

ARTHUR. W. B. (1990). Positive feedbacks in the economy. *Scientific American*, 262, February: 92-99.

BALDWIN, C. Y. & CLARK, K.B. (2003). The Value, Costs and Organizational Consequences of Modularity. Working Papers in draft form.

BALDWIN, C. Y. & CLARK, K.B. (2000). *Design Rules, Volume 1: The Power of Modularity*. MIT Press.

BRESNAHAN, T. (1998). The Changing Structure of Innovation in Computing: Sources of and Threats to Dominant U.S. Position. Disponível em [www.stanford.edu/~tbres/research/step.pdf](http://www.stanford.edu/~tbres/research/step.pdf), acesso em Setembro de 2006.

BRESNAHAN, T. (2000) Competition, Cooperation, and Predation in Innovative Industries. The 3<sup>rd</sup> Nordic Competition Policy Conference Fighting Cartels, Why and How?, Stockolm, Sweden, September.

BRESNAHAN, T. & GREESTEIN, S. (1999). Technological Competition and the Structure of the Computer Industry. *The Journal of Industrial Economics*, Vol. XLVII, March, 1999.

BRESNAHAN, T. & RICHARDS, J. (1999). Local and Global Competition in Information Technology. Prepared for the 11th annual NBER-TCER-CEPR conference "Competition Policy, Deregulation, and Re-regulation" Dec. Tokyo, Japan.

CUSUMANO, M. A. & GAWER, A. (2001). Driving High-Tech Innovation: The Four Levers of Platform Leadership. Paper 152, Center for e-Business@MIT, October.

DAVID, P. (1985). Clio and the economics of QWERTY," American Economic Review, 75 (2), May.

DOSI, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories – a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, vol. 11, no. 3.

DOSI, G. (1988). Sources, procedures and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, v. 26, n.3, p. 1120-1171, Sept.

DOSI, G. (2000). *Innovation, organization and economic dynamics : selected essays*. Cheltenham, UK ; Northampton, Mass. : Edward Elgar.

GAWER, A. & CUSUMANO, M. A. (2002). *Platform leadership: how Intel, Microsoft and Cisco drive industry innovation*. Harvard Business School Press.

GAWER, A. & CUSUMANO, M. A. (2002a). Are You a Platform Leader?. *Harvard Business Review*, June. 24, 2002

GAWER, A. & HERDERSON, R. (2005). Platform Owner Entry and Innovation in Complementary Markets: Evidence from Intel, NBER WP 11852, Cambridge, December.

RICHARDSON, G. B. (1972). The organisation of Industry. *Economic Journal*. September.

ROSELINO, J.E.S. (2006). *A INDÚSTRIA DE SOFTWARE: O 'modelo brasileiro' em perspectiva comparada*. Tese de Doutorado. IE - UNICAMP: Campinas.

WEST, J. (2003). How Open is Open Enough? Melding Proprietary and Open Source Platform Strategies. *Research Policy*, 32(2003), 1259-1285.

WILLIAMSON, O.E. (1999). Human Action and Economic Organization. mimeo, University of California, Berkeley.