

# Do mainframe à nuvem: inovações, estrutura industrial e modelos de negócios nas tecnologias da informação e da comunicação

Paulo Bastos Tigre  
Vitor Branco Noronha

## RESUMO

Inovações radicais nas tecnologias da informação e da comunicação (TIC) abrem oportunidades para o desenvolvimento de novos modelos de negócios que, quando bem-sucedidos, acabam por alterar a própria estrutura da indústria global. A partir da revisão de mudanças estruturais ocorridas nas TIC nas últimas cinco décadas, neste artigo analisam-se a relação entre novas tecnologias, o surgimento de empresas consideradas paradigmas e seus respectivos modelos de negócios visando contribuir para o processo de formulação de estratégias empresariais e políticas públicas. O caso da empresa Google, responsável pela última onda de inovações radicais no setor, é analisado com base na recente literatura sobre a economia da informação visando exemplificar o impacto das mudanças tecnológicas no padrão de competição da indústria.

**Palavras-chave:** tecnologias da informação e da comunicação, inovação, história da informática, modelos de negócios, estrutura industrial, *mainframes*, minicomputadores, microcomputadores, Internet, computação em nuvem, Google, empresas paradigma, política industrial.

## 1. INTRODUÇÃO

Inovações radicais introduzidas nas últimas cinco décadas nas tecnologias da informação e comunicação (TIC) vêm afetando radicalmente a forma como as empresas de rápido crescimento, consideradas paradigmas em determinado período de tempo, estruturam seus modelos de negócios. A instabilidade da estrutura dessa indústria difere da expressiva maioria dos demais setores in-

Recebido em 16/agosto/2011  
Aprovado em 08/maio/2012

Sistema de Avaliação: *Double Blind Review*  
Editor Científico: Nicolau Reinhard

DOI: 10.5700/rausp1077

Paulo Bastos Tigre, PhD pelo *Science Policy Research Unit, University of Sussex*, é Professor Titular do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CEP 22290-240 – Rio de Janeiro/RJ, Brasil), Pesquisador do CNPq.  
E-mail: pbtigre@gmail.com.br  
Endereço:  
Instituto de Economia  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Avenida Pasteur, 250  
22290-240 – Rio de Janeiro – RJ

Vitor Branco Noronha, Bacharel em Ciências Econômicas pelo Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CEP 22290-240 – Rio de Janeiro/RJ, Brasil), é Empreendedor do ramo de Tecnologia da Informação e Consultor em *Marketing Digital*.  
E-mail: vbranonc@yahoo.com.br

dustriais nos quais trajetórias tecnológicas maduras permitem padrões de concorrência e modelos de negócios relativamente mais estáveis. Nas TIC, as estratégias de bens e serviços, os modelos organizacionais, os canais de comercialização, a infraestrutura necessária para viabilizar tais modelos e os processos operacionais adotados por empresas emergentes vêm se alterando sucessivamente em função de janelas de oportunidades abertas por inovações tecnológicas de caráter disruptivo.

A abrangência das mudanças nos modelos de negócios frequentemente resulta no surgimento de novas empresas-paradigma que nascem sem dependência da trajetória passada e são, portanto, mais livres para inovar. Para Schumpeter (1943) não é o fabricante de carroças que desenvolve ferrovias, mas sim empresas que surgem a seu lado, que aprendem com sua experiência e incorporam tecnologias radicalmente novas. Ele sugere que as empresas estabelecidas tendem a desenvolver estratégias incrementais de inovação, tendo em vista a inércia de suas capacitações e o interesse em manter os investimentos realizados.

Abernathy e Clark (1985) analisaram a capacidade de uma inovação influenciar os sistemas de produção e *marketing*, mostrando que as inovações estão diretamente relacionadas a diferentes padrões de evolução e ambientes administrativos. A dependência da trajetória passada induz inovações de caráter incremental, visando principalmente retardar ou reverter o processo de maturidade industrial.

Prahalad e Hamel (1990) argumentam que competências centrais são desenvolvidas por meio de um processo de melhoramentos contínuos ao longo do tempo e que, para ter sucesso no mercado global, é mais importante construir competências centrais do que integrar verticalmente. Eles verificaram que na corrida para cortar custos e aumentar a qualidade e a produtividade, a maioria dos executivos não desenvolve uma visão de futuro corporativo, pois esse exercício exigiria muito tempo e energia intelectual. Assim como Abernathy e Clark (1985), eles concluem que as empresas tendem a inovar de forma incremental, com base em suas competências estabelecidas. Tais argumentos, entretanto, não parecem aplicar-se à indústria de TIC.

O principal objetivo deste artigo é analisar como as grandes inovações impactam a estrutura da indústria de TIC, ou seja, de que forma o surgimento de oportunidades tecnológicas transforma o padrão de competição por meio da reconfiguração de interações entre novos produtos, serviços e modelos de negócios. Para isso, são levantadas duas proposições com base na literatura de organização industrial e mudança tecnológica.

A primeira proposição é que as inovações incrementais, embora amplamente adotadas, dificilmente se sustentam isoladamente por muito tempo na indústria de TIC devido ao acelerado ritmo de mudança tecnológica que caracteriza o setor. Empresas que despontam como líderes globais por terem introduzido inovações de impacto não conseguem manter estratégias tecnológicas incrementais por muito tempo, porque

são sucessivamente desafiadas por novos entrantes que adotam tecnologias e modelos de negócios radicalmente novos e especificamente desenhados para explorar as oportunidades tecnológicas.

A segunda proposição diz respeito ao impacto das mudanças tecnológicas na estrutura da indústria. O paradigma estrutura-conduta-desempenho abraçado pela teoria de organização industrial tradicional (ver, por exemplo, SCHERER e ROSS, 1990) e adotado na prática pelos órgãos de defesa da concorrência, defende o princípio de que a excessiva concentração da indústria leva a condutas anti-competitivas e consequentemente a um pior desempenho econômico. Na TIC, entretanto, a concentração industrial parece ser um fenômeno temporário não necessariamente associado a condutas oligopolistas ou a falta de um número adequado de empresas rivais no mercado, mas, sim, relacionado às mudanças tecnológicas de caráter mais radical que oferecem oportunidades para a entrada no mercado de empresas inovadoras.

Tal proposição é coerente com os argumentos desenvolvidos por autores da chamada corrente neo-schumpeteriana do pensamento econômico. Utterback e Suárez (1993) rejeitam a hipótese usualmente adotada na literatura de economia industrial que associa o processo de concentração ao nível de competição e ao grau de rivalidade entre concorrentes. Eles argumentam que a evolução da tecnologia em uma indústria pode ser uma causa mais profunda de mudanças na estrutura da indústria do que a densidade da competição, pois inovações têm o poder de redefinir a atratividade para entrada no setor. Nelson (1994) apoia essa percepção ao afirmar que uma nova tecnologia se desenvolve ao longo de uma trajetória relativamente estandarizada desde o nascimento até a maturidade e que a estrutura da indústria co-evolui com a tecnologia. A intensidade de capital e o número de competidores mudam ao longo do ciclo de inovações. Freeman e Soete (1997) corroboram tal visão ao associar o ciclo de vida do produto às exigências de capital e, consequentemente, às barreiras a entrada.

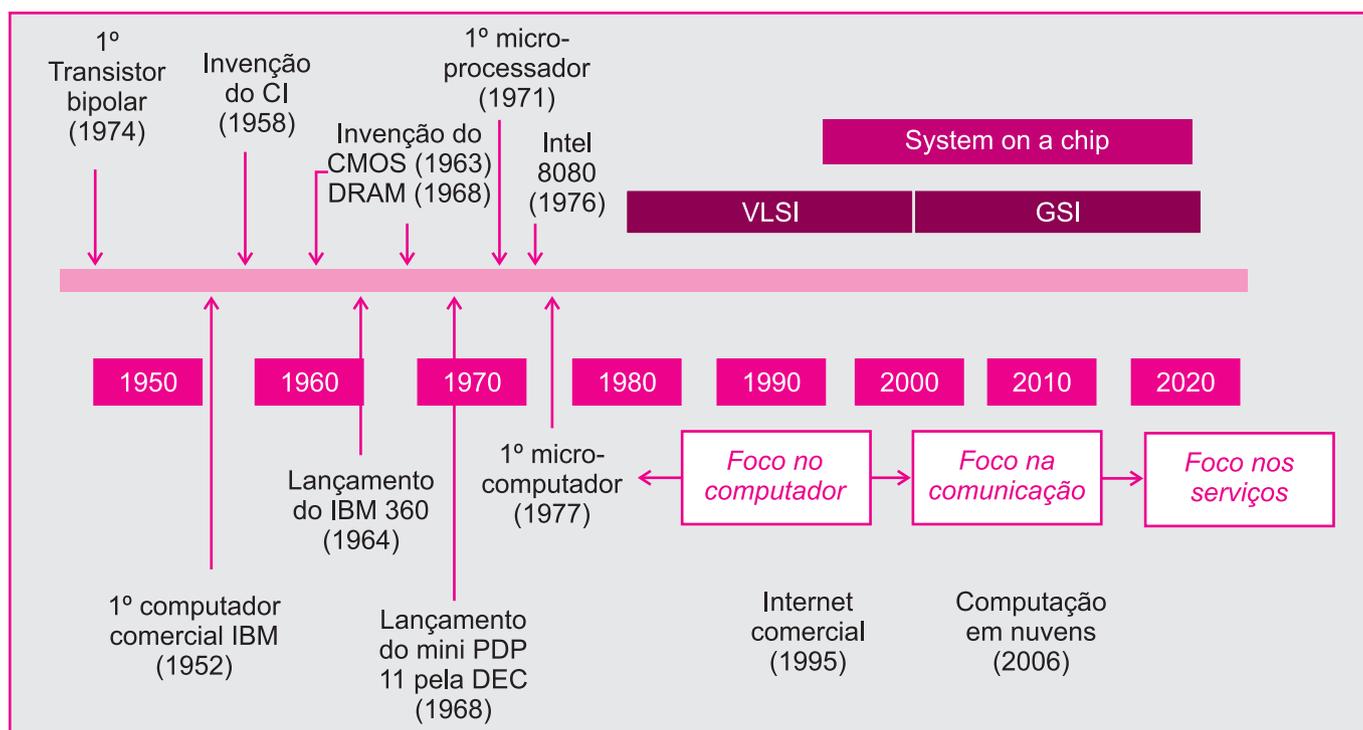
A metodologia adotada neste artigo identifica e associa três aspectos-chave da evolução da indústria de TIC em cada década dos últimos 50 anos: inovações tecnológicas surgidas nas áreas de microeletrônica e *software*; empresas consideradas paradigmáticas ou dominantes em cada período; modelos de negócios adotados por tais empresas (quadro a seguir). A divisão por décadas é uma aproximação estilizada em que se visa traçar o quadro evolutivo da indústria. Uma linha do tempo foi traçada para destacar os principais eventos da trajetória tecnológica das TIC. A figura na sequência exibe, na parte superior, as principais inovações tecnológicas que vêm permitindo a reconfiguração da indústria e, na parte inferior, os primeiros produtos comerciais desenvolvidos com base nessas tecnologias.

Após associar-se, na seção 2, tecnologias dominantes, lideranças empresariais e modelos de negócios em cada uma das últimas cinco décadas, neste artigo revê-se, na seção 3, a recente literatura sobre a economia da informação, procurando identifi-

**Evolução das Tecnologias Emergentes, Empresas-Paradigma e Modelo de Negócios**

Década	Tecnologia Emergente	Empresa Paradigma (Data do IPO*)	Modelo de Negócio
1960-1970	Mainframe	IBM	Integração vertical Venda e locação de <i>hardware</i>
1970-1980	Minicomputador	DEC HP	Venda de <i>hardware</i> e <i>software</i> proprietário, mas incorporando periféricos de terceiros
1980-1990	Computador pessoal	Intel Apple (1980) Microsoft (1986)	<i>Hardware</i> como <i>commodity</i> Licenciamento de <i>software</i>
1990-2000	Internet	Microsoft Netscape (1995)	Licenciamento de <i>software</i> Mecanismos de acesso ( <i>browser</i> )
2000-2010	Web 2.0	Microsoft, Amazon, Google (2004)	Prestação de serviços de busca, <i>home banking</i> , comércio eletrônico, telecomunicações etc.
2010-...	Computação em nuvem	Google, Apple, Facebook	Serviços avançados de busca, redes sociais e publicidade dirigida

Nota: \* IPO: Oferta inicial de ações.



**Trajória Tecnológica da Microeletrônica: Principais Invenções e Inovações**

**Notas:**

- MOSFET é acrônimo de *Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*.
- DRAM é um tipo de memória RAM de acesso direto que armazena cada *bit* de dados num condensador ou capacitor.
- CMOS é uma sigla para *complementary metal-oxide-semiconductor*, isto é, semicondutor metal-óxido complementar. É um tipo de tecnologia empregada na fabricação de circuitos integrados em que se incluem elementos de lógica digital (portas lógicas, *flip-flops*, contadores, decodificadores etc.), microprocessadores, microcontroladores, memórias RAM etc. (Fonte: Wikipedia).
- VLSI: *Very Large Scale Integration*. De 100 a 1000 portas / C.I.
- GSI: *Great Scale Integration* >1000 portas / C.I.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de Kinan e Lee (2007).

car os fatores técnicos e econômicos que provocam mudanças estruturais. O mercado dos bens da informação é regido por princípios econômicos característicos como as externalidades de redes, os custos de transação e a não rivalidade no uso de serviços digitais, elementos que conferem uma dinâmica diferenciada em relação a bens físicos. Na seção 4 analisam-se as mudanças estruturais em curso na indústria de TIC, explorando o caso da Google, empresa considerada paradigma do momento atual vivenciado pelo setor. Por fim, na seção 5 elencam-se as principais conclusões.

## 2. MUDANÇAS TECNOLÓGICAS, EMPRESAS-PARADIGMA E MODELOS DE NEGÓCIO NAS TIC

Nascida como **indústria de computadores**, termo que denota o aspecto manufatureiro que assumiu inicialmente, a indústria de TIC está se tornando cada vez mais imaterial, baseada em *software* e serviços de informação e comunicação. O processo de convergência tecnológica em curso ao longo das últimas décadas vem alterando os limites de cada segmento da indústria, pois as empresas líderes passaram a enfatizar soluções completas para o cliente.

No quadro, mostra-se a evolução das tecnologias emergentes, empresas-paradigma e modelos de negócios predominantes em cada uma das últimas cinco décadas visando identificar as principais ondas de inovações e discutir seus impactos na estrutura da indústria e nos modelos de negócios. O quadro mostra que as empresas líderes foram sucessivamente superadas por novos entrantes que, por não estarem atrelados a determinadas rotas tecnológicas (*path dependence*), puderam inovar com mais liberdade e criar mercados. Apesar de alguns casos de sucesso perene, a maioria das empresas líderes não conseguiu adaptar-se às oportunidades e restrições abertas pelas novas tecnologias e manter-se competitiva no mercado a longo prazo.

A chamada Lei de Moore, que estima que o número de transistores em cada *chip* dobra a cada 18 meses, mantendo o mesmo custo, constitui uma referência não só para *chips*, mas também para equipamentos que utilizam a microeletrônica como insumo principal. O avanço dos componentes está na base das mudanças de paradigma descritas a seguir.

### 2.1. A era dos mainframes

Nas duas primeiras décadas da história da computação comercial, a IBM dominava amplamente o incipiente mercado de computadores. Estima-se que a empresa detivesse cerca de 70% do mercado mundial graças ao pioneirismo e às economias de escala exigidas pelo desenvolvimento de sistemas de grande porte fabricados a partir de componentes eletrônicos discretos (TIGRE, 1984). A empresa desenvolveu, a partir de 1952, o primeiro computador voltado para aplicações comerciais (série 700), baseado em tubos de vácuo, logo substituído pela série 7000, que já utilizava transistores. Em 1964 surge o IBM 360,

que teve um imenso sucesso comercial até o início dos anos 1980. A concorrência era pequena, pois se tratava de uma tecnologia nova e complexa, que poucas empresas e universidades detinham. Não era possível contar com fornecedores externos e os produtores de *mainframes* desenvolviam e produziam internamente todo o sistema, incluindo *hardware*, *software* e componentes críticos, integrando assim toda a cadeia produtiva.

Os altos custos e as economias de escala exigidas pelo desenvolvimento e comercialização de equipamentos de arquitetura complexa, que utilizavam componentes discretos, sistemas operacionais e aplicativos exclusivos erigiam elevadas barreiras à entrada de novas empresas. Estimava-se que um novo fabricante de *mainframes* precisaria conquistar pelo menos 7% do mercado mundial para viabilizar o negócio, dadas as exigências de retorno aos investimentos em um mercado ainda restrito às grandes organizações (FLAMM, 1987). Poucas empresas conseguiram participar desse oligopólio global apelidado de “IBM and the BUNCH” (iniciais de *Burroughs*, *Univac*, *NCR*, *Control Data* e *Honeywell*). Observa-se nessa época o advento de políticas públicas para consolidar **campeões nacionais** em países como Reino Unido (ICL), França (Bull) e Japão (Hitachi e Fujitsu). As políticas consistiam no estímulo a fusões e aquisições e no uso da demanda governamental para criar uma grande empresa de capital local capaz de competir no mercado mundial.

### 2.2. O advento dos minicomputadores

Na década de 1970, o domínio dos *mainframes* começou a ser desafiado pelo surgimento dos microprocessadores. O *chip* Intel 4004, lançado em 1971, era uma unidade central de processamento de quatro *bits* e o primeiro microprocessador disponível comercialmente (figura da página 116). As inovações facilitaram enormemente a tarefa de desenvolver e fabricar computadores de menor porte – chamados então de minicomputadores – que podiam utilizar também periféricos (discos, impressoras, monitores) produzidos por terceiros. Os primeiros minis oferecidos pela DEC custavam um décimo do preço e ocupavam apenas uma fração do espaço requerido pelos *mainframes*. Além disso, abriram oportunidades para novas aplicações por meio do processamento distribuído, pelo qual se abriu alternativa para os centros de processamento de dados (TIGRE, 1987, p.23). Embora o *software* utilizado nesses sistemas ainda fosse exclusivo de cada fornecedor, a oportunidade tecnológica permitia a redução das barreiras à entrada no setor e o surgimento de novas empresas.

Em geral, inovações de caráter mais radical não são prontamente incorporadas pelas empresas líderes, pois elas têm razões econômicas para dar sobrevida às tecnologias existentes. Os *mainframes* eram alugados em pacotes de *hardware*, *software* e serviços e os fornecedores não tinham interesse em promover a obsolescência tecnológica de uma base instalada já amortizada, mas que ainda gerava grandes receitas. Por

isso, a onda de inovações foi iniciada por novas empresas que surgiram como *spin-off* das grandes corporações. Tais empresas absorveram parte do mercado de *mainframes*, oferecendo soluções de menor custo e maior flexibilidade. A redução dos custos ampliou a gama de aplicações e o número de empresas usuárias de informática.

No Brasil, assim como na Coreia, o advento do microprocessador permitiu o surgimento de uma indústria local, já que as barreiras à entrada caíram e ofereceram uma janela de oportunidade que foi alavancada por políticas públicas (EVANS, 2004). A política industrial iniciada em 1978 e formalizada pela chamada Lei de Informática (Lei nº 7.232, de 29 de outubro de 1984) favoreceu o desenvolvimento tecnológico local e a redução temporária da dependência de importações em uma época de severas restrições cambiais. Tal política era baseada na reserva do até então inexistente mercado de minicomputadores para fabricantes de capital nacional que, em tese, eram mais livres para estabelecer estratégias tecnológicas autônomas.

### 2.3. A revolução dos micros

Na década de 1980, a trajetória descrita por Moore provocou novo choque na indústria de TIC com o lançamento, em 1976, do microprocessador Intel 8080, que deu origem aos primeiros microcomputadores (Apple, Altair) e forneceu a base para máquinas que usaram o sistema operacional CP/M. O *chip* foi sendo sucessivamente aprimorado e a versão 8088 foi utilizada pela maioria dos fabricantes de PCs.

Os microprocessadores mudaram a forma como os computadores eram desenvolvidos. Não era mais necessário produzir o sistema inteiro, incluindo processador, terminais e *software*, como o compilador e o sistema operacional. O desenvolvimento do Apple II em 1977, feito pelos jovens Steve Jobs e Steve Wozniak praticamente sem capital, mostrou que as novas tecnologias simplificavam radicalmente o processo de desenvolvimento e a montagem dos equipamentos. Os custos de um sistema baseado em micros representavam apenas uma fração dos praticados por fabricantes de *mainframes* e minicomputadores, permitindo, assim, o desenvolvimento de servidores. Interligados em redes locais, os microcomputadores desencadearam uma onda de *downsizing* e promoveram a difusão da informática.

A IBM entrou nesse segmento relativamente tarde, com o lançamento do PC (*personal computer*), em 1982. Ao contrário de sua prática usual de integração vertical, a empresa passou a utilizar o *chip* Intel 8088 e *software* MS/DOS da Microsoft, acreditando que sua vantagem competitiva seria mantida graças à marca forte. Entretanto, o fato de um microcomputador poder ser montado a partir de *kits* padronizados permitiu o surgimento de novas empresas que passaram a oferecer sistemas de custo mais baixo. A liderança da IBM no mercado de PCs foi derrubada por empresas como Compaq, Dell e Toshiba, tornando o mercado muito competitivo. Os PCs passaram a ser fabricados em massa,

vendidos a baixos custos, oferecendo margens típicas de uma *commodity* eletrônica. O núcleo virtuoso da indústria passou do *hardware* para os *chips* e para o *software*, tornando a Microsoft a mais lucrativa empresa do setor de TIC. O DOS e depois o Windows tornaram-se **padrões de fato** da indústria, em função das oportunidades geradas com o *feedback* positivo e as economias de escala da demanda. O **fordismo** virara **wintelismo**<sup>(1)</sup>.

No Brasil, também surgiram diversos fabricantes nacionais de microcomputadores amparados pela Lei de Informática de 1984. No entanto, as dificuldades técnicas, econômicas e políticas para manter o regime de proteção resultaram na abertura do mercado no início dos anos 1990, colocando em xeque a maioria das empresas locais, diante da maior força competitiva das empresas multinacionais. Uma nova política de informática (Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991) abriu o mercado para fabricantes estrangeiros e ofereceu estímulos fiscais para as empresas que cumprissem o processo produtivo básico (PPB) e investissem em atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Tal política, que vigora até hoje com poucas modificações, foi perdendo a eficácia à medida que o valor adicionado da indústria de TIC migrou nas décadas seguintes do *hardware* para o *software* e serviços.

A exemplo do que ocorreu na migração dos *mainframes* para os minicomputadores, a maioria das empresas fabricantes desses sistemas não conseguiu adaptar-se à nova onda de inovações e praticamente desapareceu. As novas líderes eram empresas que desenvolveram modelos de negócios orientados para a produção de equipamentos de baixo custo que permitiam o *downsizing* das operações e a massificação da informática com a incorporação de usuários domésticos. As empresas de *software* transformaram-se na força motriz do mercado.

### 2.4. O surgimento da Internet

Em 1995, uma nova revolução foi iniciada a partir da liberação do uso comercial da Internet. Inovações tecnológicas em microprocessadores (linha Pentium), *chips* de memória que multiplicaram a capacidade de armazenamento digital e o desenvolvimento da banda larga permitiram que as empresas de TIC desenvolvessem novos produtos e serviços. A preocupação com as limitações dos recursos computacionais foi superada, permitindo maior foco nas necessidades dos usuários por meio de aplicativos mais atrativos e funcionais, que traziam cada vez mais utilidades para os computadores pessoais.

A Netscape foi a primeira empresa a lançar um *browser* que permitia navegar pela Internet, mas foi superada pela Microsoft em função da integração desse dispositivo ao sistema operacional Windows, fato que gerou uma prolongada disputa judicial na Europa. O desenvolvimento comercial da Internet mostrou que era possível a criação de novos modelos de negócios apoiados não mais na venda de *hardware* e no licenciamento de *software*, mas, sim, na capacidade de comunicação entre diferentes equipamentos e na criação de comunidades virtuais.

Um dos impactos mais significativos do surgimento da Internet foi a popularização do comércio eletrônico. Embora ele já existisse entre grandes corporações, por meio do *Electronic Data Interchange* (EDI), os sistemas eram fechados e restritos a grandes redes de suprimentos como a automobilística e o grande varejo. A Wal-Mart, por exemplo, fez enormes investimentos em EDI para desenvolver uma cadeia logística com seus fornecedores de forma a reduzir estoques e aumentar a variedade de produtos oferecida em seus hipermercados espalhados pelo mundo. Com o advento da Internet, no entanto, foi possível que pequenos produtores e varejistas reproduzissem o modelo a baixíssimos custos. Surgem nessa época os novos varejistas puramente virtuais como o Ebay e a Amazon.

## 2.5. A computação em nuvem

No início de século XXI, o desenvolvimento da Internet 2.0 e de tecnologias complementares como celulares inteligentes (*smartphones*) e *tablets*, *chips* orientados para a comunicação e o desenvolvimento da infra-estrutura de banda larga com e sem fio resultaram em uma nova revolução no setor. O modelo de negócios passou a ser menos intensivo em *hardware* e *software* a apoiar-se na prestação de serviços aos usuários e na venda de propaganda dirigida a clientes específicos. A possibilidade de separar o equipamento do serviço executado, aliada à tendência organizacional de terceirização de serviços de TIC, permitiu o surgimento de novos líderes globais.

A computação em nuvem (*cloud computing*) simboliza a tendência de colocar toda a infra-estrutura e informação disponível de forma digital na Internet, incluindo *software* aplicativo, ferramentas de busca, redes de comunicação, provedores, centros de armazenamento e processamento de dados. O Protocolo Internet (IP) constitui a linguagem universal que permite a padronização dos pacotes de diferentes mídias e comporta o tráfego indistinto de voz, dados e imagens. O conceito de nuvem é muito importante porque permite que a computação se transforme em uma utilidade pública, pois os bens da informação são **não rivais** e podem ser utilizados simultaneamente por ilimitados usuários. O modelo oferece grandes vantagens para os usuários, apesar de apresentar também riscos. A principal vantagem é a possibilidade de utilizar os recursos de *hardware* e *software* disponíveis de forma mais eficiente, permitindo reduzir a capacidade ociosa em armazenamento e processamento de dados, por meio do compartilhamento de computadores e servidores interligados pela Internet. A infra-estrutura é acessada por terminais e dispositivos móveis que conectam a nuvem ao ser humano. Os riscos estão associados principalmente à segurança e à manutenção do sigilo de dados armazenados fora da empresa.

A Amazon teve um papel-chave no desenvolvimento da computação em nuvem por meio da modernização de *data centers* e o lançamento do serviço *Amazon Web Service* em 2006. Em termos de *software*, o impacto fundamental reside

na oportunidade de compartilhar programas (assim como músicas, filmes e outras informações digitalizáveis) e pagar pelo uso, em vez de licenciá-lo para cada equipamento. No modelo da nuvem, o usuário não necessita armazenar dados e instalar programas aplicativos em seu computador. Os sistemas de computação em nuvem cobram pelo serviço, pelo tempo de utilização dos recursos, sem necessidade de pagar por uma licença integral de uso de *software*.

O modelo ainda não está plenamente consolidado, devido principalmente à questão da segurança. Como os dados ficam sempre *online*, há o risco de ataques de *hackers* e roubo de informações sigilosas. O modelo requer uma infra-estrutura complexa de gerenciamento de grandes fluxos de dados, incluindo funções para provisionamento e compartilhamento de recursos computacionais, equilíbrio dinâmico do *workload* e monitoração do desempenho. Assegurar a confidencialidade de determinadas informações críticas é fundamental para o sucesso do modelo. A crescente memória e a capacidade de processamento dos *tablets* e PCs é outro fator concorrente que pode atrasar ou limitar a difusão da nuvem.

A nuvem vem afetando o modelo de negócios baseado no licenciamento de *software*, pois há cada vez menos razões técnicas e econômicas que justifiquem a compra de um programa para cada máquina. Novas empresas passaram a oferecer múltiplos serviços gratuitos de busca, *e-mail*, armazenamento de dados, informação geográfica, além de *software* básico e aplicativos. A receita deixou de vir do licenciamento de programas ou venda de serviços ao cliente para passar a um canal indireto, que é a venda de publicidade dirigida a usuários específicos. Por meio de novas tecnologias como a inteligência artificial, foi viabilizado o **marketing um a um**, que dirige a publicidade diferenciada para cada cliente, oferecendo produtos ou serviços mediante pesquisa de palavras-chave em suas comunicações.

Diante da tendência, apontada por Prahalad e Hamel (1990), de as empresas concentrarem-se em suas competências centrais, muitos grandes usuários de TIC vêm recorrendo a empresas especializadas para suprir suas necessidades informacionais. Eles buscam, por meio do *outsourcing*, o acesso a capacitações tecnológicas não apenas para reduzir custos, mas principalmente para ter acesso contínuo a inovações em sistemas de informação e comunicação. Empresas usuárias que não têm como atividade principal a gestão de tecnologias da informação tendem hoje a contratar plataformas externas para apoiar processos de gestão empresarial, pagamentos e recebimentos, banco de dados, desenvolvimento de produtos e apoio a serviços. No modelo de computação em nuvens, as TIC tornam-se ferramentas de suporte ao negócio, já que o foco do cliente é a informação e não a forma como ela é mantida e processada.

Empresas como IBM e HP recuperaram sua vitalidade com a venda de soluções e serviços, reduzindo sua dependência da produção de *hardware*. A prestação de serviços tornou-se

também o carro-chefe de produtores de *software*, que passaram a oferecer soluções tecnológicas mais customizadas e apoiadas no *outsourcing*. Os fornecedores de serviços começaram a investir em soluções virtuais, utilizando indistintamente servidores próprios ou de terceiros para multiplicar a capacidade de processamento e armazenamento de dados. Esses servidores estão distribuídos geograficamente, gerando mais necessidade de comunicação e tornando os novos modelos de negócios menos dependentes de *hardware* ou *software* específicos.

### 3. ASPECTOS ECONÔMICOS DA INFORMAÇÃO: FORMAÇÃO DE PREÇOS, ESTRUTURA DE MERCADO E A CAUDA LONGA

A tecnologia influencia a estrutura de mercado em praticamente todos os setores da atividade econômica, mas é particularmente importante nas indústrias de alta tecnologia (VARIAN, FARRELL e SHAPIRO, 2004). Forças consideradas relativamente menores na economia industrial têm se revelado críticas na economia da informação, tornando efeitos secundários em forças motrizes dos segmentos caracterizados como bens da informação. Para entender as mudanças em curso na estrutura da indústria mundial de TIC, podem-se destacar dois aspectos fundamentais da economia digital, expostos a seguir.

#### 3.1. Diferenciação de preços e produtos

Embora livros textos de economia admitam a existência de indústrias que operam com custos fixos constantes e custos marginais zero, tais características raramente são observadas em produtos físicos em função das restrições existentes ao aumento da capacidade produtiva. Nos bens da informação, em contraste, tal estrutura de custos é praticamente a regra, não apenas em bens típicos da informação, ou seja, aqueles que podem ser digitalizados, mas também produtos físicos intensivos em informação, como os microprocessadores. Uma fundição de *chips* pode custar vários bilhões de dólares para ser projetada e construída, mas o custo marginal da fabricação de um circuito integrado pode ser de poucos centavos. Os baixos custos marginais ensejam uma dinâmica econômica dominada, segundo Farrell e Klemperer (2003), pelas externalidades de rede e custos de mudança.

O fato de a produção de um bem da informação envolver altos custos fixos, mas baixos custos marginais resulta em grande heterogeneidade na estrutura de custos de empresas que atuam em setores essencialmente digitais como *software*, música, *video-games* e filmes. A precificação desses bens não pode ser feita utilizando conceitos adotados nos bens físicos, ou seja, não se pode fixar o preço de um bem por meio de um *markup* com base nos custos se estes forem zero ou bem próximos disso. Nesse sentido, o preço dos bens da informação é baseado no valor que o consumidor atribui a ele, dando margem para a prática da discriminação de preços (SHAPIRO e VARIAN, 1999).

A redução radical nos custos dos *chips*, em relação a sua capacidade de processamento, vem modificando a forma como a indústria de TIC é organizada. Os recursos tecnológicos são mais abundantes e eliminam cada vez mais as restrições para o desenvolvimento de serviços avançados. Segundo Anderson (2009), toda uma geração de profissionais foi treinada para lidar com os recursos escassos da computação, em que os operadores de sistemas eram responsáveis por determinar quais seriam os programas escolhidos para rodar nos *main-frames*. Nessa época, a principal preocupação era a utilização eficiente dos caros transistores; logo, o principal objetivo dos programadores era desenvolver *software* estritamente focado no objetivo de negócios e que fossem extremamente eficientes no que tange à utilização de ciclos de processamento. Nesse contexto, não existia muito espaço para o desenvolvimento de interfaces amigáveis, já que o foco era pura e simplesmente a resolução do problema em questão. Contudo, com as constantes inovações, essas restrições foram pouco a pouco se dissipando, permitindo máquinas cada vez mais potentes e com menor custo.

O que condiciona hoje a economia do conhecimento são os efeitos de rede que se referem essencialmente às economias de escala pelo lado da demanda. Como explica Anderson (2009, p.80),

“a Web funciona em termos de escala, encontrando formas de atrair a maioria dos usuários a recursos centralizados, diluindo esses custos por um público cada vez maior à medida que a tecnologia se torna mais eficaz”.

Tudo isso graças às inovações tecnológicas que levaram à abundância de transistores, à ilimitada capacidade de armazenamento digital e às transmissões em banda larga. Esse cenário de barateamento sistemático da infra-estrutura de redes gera oportunidades para inovações. Tornou-se possível desenvolver produtos e serviços cada vez mais atrativos e funcionais, focando as necessidades diferenciadas dos usuários, sem a necessidade de poupar recursos informacionais.

A formação de preços tornou-se um novo desafio para as empresas que aumentaram significativamente a parcela de conhecimento embutida em produtos e serviços. Elas precisam entender melhor as necessidades de seu mercado consumidor para desenvolver soluções individuais ou segmentar grupos de usuários com características semelhantes. A Internet abriu a possibilidade de uma comunicação de mão dupla, ou seja, as empresas que oferecem bens *online* têm a capacidade de saber ativamente o que seus consumidores estão procurando, onde eles gastam a maior parte de seu tempo, permitindo uma resposta muito mais rápida às especificidades pessoais ou de grupos segmentados de clientes. O preço que cada cliente está disposto a pagar por um serviço depende de sua percepção subjetiva do valor que ele pode agregar a seu negócio. A personalização

dos serviços abre espaço para estratégias de discriminação de preços que podem revelar-se muito lucrativas.

### 3.2. Do mercado de massa para o mercado de nicho: a cauda longa

O século XX ficou conhecido como a era da economia industrial, cujo modelo de desenvolvimento, pautado pela ótica fordista de produção e pelo consumo de massa, teve seu auge nas décadas de 1960 e 1970. Um elemento importante nesse processo foi o advento dos meios de comunicação de massa, como o rádio e a televisão. Para Anderson (2006), o apogeu da cultura de massa ocorreu em uma época em que havia, em cada país, apenas meia dúzia de canais de TV, por meio dos quais praticamente todas as pessoas assistiam à mesma programação, e poucas estações de rádio, que eram responsáveis pela imposição de boa parte dos grandes sucessos musicais ouvidos pela população.

A tecnologia de *broadcast* (base da comunicação de massa) permite que uma mesma mensagem seja levada para milhões de pessoas com a mesma eficiência e qualidade. No entanto, esse tipo de tecnologia possui limitações físicas, ou seja, o espectro de ondas eletromagnéticas de rádio e televisão comporta apenas certo número de emissoras simultaneamente, tornando a transmissão um recurso escasso administrado pelo Estado por meio de concessões. Nesse sentido, o *broadcast* enfrenta condições de escassez, assim como todos os outros mercados da era industrial, sendo, portanto, fundamental para a estratégia de maximização de receitas que os horários nobres sejam preenchidos com produtos e serviços os mais rentáveis possíveis, ou seja, produtos de massa (*hits*).

“A economia movida a *hits* [...] é produto de uma era em que não havia espaço físico suficiente para oferecer tudo a todos: não se contava com prateleiras suficientes para todos os CDs e DVDs e *videogames* produzidos; com salas de projeção regulares para todos os filmes disponíveis; com canais para todos os programas de televisão; com ondas de rádio suficientes para tocar todas as músicas disponíveis; e muito menos com as horas necessárias para espremer todas essas coisas em escaninhos predeterminados” (ANDERSON, 2006, p.17).

Se o *broadcast* é restrito a uma mesma mensagem para todos, a Internet permite que milhões de pessoas compartilhem seus arquivos, oferecendo uma infinidade de possibilidades para todos os interesses e necessidades. A *web* é em si uma fonte quase inesgotável de conteúdo e informação, produtos e serviços, cada vez mais segmentados e precisos. O novo mercado de nichos não está substituindo o tradicional mercado de *hits*, mas, pela primeira vez, os dois dividem espaço com certa igualdade de condições. A escassez dos meios de comunicação restringia

o espaço na mídia aos grandes sucessos, mas, com a redução dos custos de distribuição por meios digitais, esse monopólio acabou. Por exemplo, a loja virtual *i-Tune*, da Apple, oferece um arsenal de mais de um milhão de faixas musicais disponíveis para venda por meio de *downloads* em seu portal. Já as grandes lojas físicas de CDs estocam cerca de 25.000 títulos, concentrando apenas em *hits*. Como a loja virtual possui custo marginal muito próximo de zero, é possível tornar disponível qualquer produção artística, facilitando a desconcentração do mercado.

O cenário de abundância dos *bits* fez proliferar o chamado efeito da cauda longa, ou seja, gigantescos mercados de massa estão se convertendo em milhares de mercados menores, retirando da equação econômica os tradicionais gargalos entre oferta e demanda. Anderson (2006) identifica três forças que atuam simultaneamente para que o efeito da cauda longa ocorra dentro de um mercado: a democratização das ferramentas de produção; a democratização das ferramentas de distribuição; e, por fim, uma ligação eficiente entre oferta e demanda.

A primeira força diz respeito à facilidade de acesso às ferramentas que permitem a produção de conteúdos, produtos e serviços e sua disponibilização em meio digital. A disseminação dos computadores pessoais, o surgimento de novos *software* e o acesso à banda larga permitiram que qualquer pessoa individualmente tenha acesso a recursos que décadas atrás somente grandes companhias obtinham. Por isso, a geração de conteúdo tende a ser mais descentralizada, permitindo o alongamento da cauda.

A segunda força diz respeito à facilidade com que qualquer produtor independente ou empresa têm de acessar o mercado e divulgar seus produtos, sejam eles físicos ou informacionais. Comparativamente, o que no mundo físico pode exigir pesados investimentos em lojas e logística, no mundo digital é feito por uma fração desse investimento. O efeito dessa força é uma horizontalização da cauda, ou seja, ela promove um acréscimo de demanda por bens de nicho.

A terceira e última força é o eixo de ligação entre a oferta e a demanda, ou seja, são as ferramentas de busca e filtragem de informação que permitem que o consumidor encontre aquilo que deseja de forma rápida e precisa. O melhor exemplo é o mecanismo de busca do Google, mas ele não é o único, pois as ferramentas de recomendação das próprias lojas virtuais e das comunidades virtuais embutidas em ferramentas como *blogs*<sup>(2)</sup> contribuem de forma decisiva para construir (ou destruir) a reputação de um produto ou serviço. Além disso, essas ferramentas agem de maneira singular ao reduzirem os custos de transação para o consumidor, por meio do fornecimento de informações específicas sobre o que está sendo procurado. O efeito dessa força é a maior facilidade pela busca específica, reduzindo a demanda por bens de massa e aumentando o consumo de bens de nicho.

A importância do acesso aos clientes, diante de uma super oferta de bens e serviços, foi inicialmente descrita por Simon

(1997) para quem, “a riqueza da informação cria a pobreza da atenção”. Segundo essa interpretação, o problema hoje não seria mais a falta de acesso à informação, mas sim sua sobrecarga. Seguindo o pressuposto da racionalidade limitada inerente às limitações neurofisiológicas do cérebro humano de processar uma quantidade muito grande de informações e da complexidade do ambiente, o excesso de informação pode ser tão prejudicial quanto sua falta.

Assim, o poder do fornecedor de informação passou a ser associado à capacidade de filtrar e entregar ao usuário informações as mais próximas possíveis do desejado. A informação disposta na rede não é previamente organizada nem hierarquizada, causando a dispersão do público entre diversas variáveis, *links* e caminhos distintos. Os mecanismos de busca situam-se numa posição privilegiada na Internet, dado que qualquer negócio que queira assumir uma posição de destaque na economia digital, necessitará inevitavelmente adaptar-se às regras dos buscadores.

Estatisticamente, quanto maior a amostra, melhor a precisão dos resultados obtidos. Entretanto, no caso da Internet, a crescente velocidade e a capacidade de armazenamento da informação só fazem aumentar o desafio de realizar bons filtros que reduzam criteriosamente a quantidade de opções à disposição e facilitem o processo decisório. Tal dilema pode ser resolvido por intermediários, especialistas capazes de reduzir a assimetria de informação existente entre a ponta produtora e o consumidor final. Esse intermediário seria então responsável por uma prévia filtragem de forma a diminuir a abrangência de opções e permitir uma análise mais acurada de cada opção. Os intermediários não são uma novidade trazida pelas TIC, na verdade eles sempre existiram em qualquer mercado permeado pela assimetria de informação. Por exemplo, editores de revistas e jornais, TV e rádio, compradores de lojas de departamentos e executivos de gravadoras musicais têm por função selecionar bons produtos para os clientes, mas esse papel vem sendo hoje crescentemente assumido por *blogs*, recomendações de clientes na Internet mecanismos de busca.

A partir do momento em que é eliminada uma grande quantidade de opções, o critério de filtragem torna-se o elo crítico do processo de escolha. Nesse sentido, é possível incorrer em um segundo problema que Vaz (2010, p.119) chama de “relação promíscua entre o especialista (aquele que define o critério de filtragem) e suas opções”. Em outras palavras, o intermediário deve ser em primeira instância um agente isento e de alta confiabilidade. Sem esse laço de confiança, todo o processo decisório fica prejudicado podendo levar o agente final a uma situação de direcionamento com fins comerciais. Isto é o que a teoria dos custos de transação chamaria de comportamento oportunista dos agentes. “Oportunismo está essencialmente associado à manipulação de assimetrias de informação, visando à apropriação de fluxos de lucros” (FIANI, 2002, p.270).

O desenvolvimento de novos processos de filtragem de informações permitiu uma nova mudança na estrutura industrial.

Em um mercado que se descentraliza cada vez mais, onde a informação se torna mais abundante, ganha relevo o que Anderson (2006) chamou de **customização de massa**. Fornecer acesso a nichos específicos de forma precisa, aproximando o fornecedor de clientes potenciais e obter retornos proporcionais ao benefício auferido (e não ao custo do serviço) constitui o cerne da estratégia da Google, como se verá na próxima seção.

## 4. O CASO DA GOOGLE<sup>(3)</sup>

### 4.1. Breve histórico

Confirmando um fato recorrente na breve história da estrutura industrial das TIC (quadro 1), a última onda revolucionária não partiu das empresas existentes, mas sim de uma *startup* do Vale do Silício, na Califórnia, que conseguiu aproveitar oportunidades tecnológicas para tornar-se, em poucos anos, uma das maiores empresas de tecnologia da informação do mundo. Em 1995, dois candidatos ao doutorado na Universidade de Stanford – Sergey Brin, engenheiro eletrônico de 23 anos, especializado em desenho de aplicativos *Web*, e Larry Page, de 24 anos, graduado em ciências matemáticas e informática – desenvolveram um projeto arrojado: a criação de um algoritmo (lógica matemática) que permitisse a extração de dados informacionais em grande volume (CARMONA, 2004). Inicialmente o projeto ficou restrito aos bancos de dados da biblioteca digital da Universidade. Para tornar possível extrapolar essas buscas para fora da rede acadêmica, era necessário produzir um novo mecanismo de buscas, com a capacidade de ler conteúdo de toda a Internet na busca por informações, criando então uma lista de *links* (conexões entre *sites*) com capacidade para interpretar o contexto no qual esses conteúdos estavam inseridos.

Em 1996, foi lançado o *Back Rub*, uma ferramenta capaz de buscar *links* listados dentro das páginas pesquisadas, aumentando consideravelmente o número de resultados em relação à geração anterior de buscadores de Internet. Essa foi a primeira fase do desenvolvimento da Google, cujo principal foco foi a criação de um motor de busca eficiente e que melhorasse com o crescimento da *web* em vez de tornar-se mais lento.

Outro grande salto foi dado em 2000 com a criação da ferramenta de propaganda *Google Adwords* (em referência aos termos *advertising* e *word* – algo como propaganda por palavras-chave), que se tornou responsável pelo crescimento exponencial da empresa. Seu conceito é baseado em um auto-serviço em que qualquer anunciante pode gerar um texto publicitário e escolher quais palavras-chave pesquisadas pelos usuários deveriam dar acesso ao anúncio. O modelo de negócios tornou-se lucrativo ao estabelecer que, além da aderência das palavras-chave, os anunciantes poderiam dar lances pelas posições de mais visibilidade no resultado das buscas.

Em 2003, foi lançado o *Google Adsense*, que serviu como complemento para os anunciantes exibirem suas propagandas

não somente na própria página de buscas do Google, mas também em *sites* parceiros, que aceitam inserir um pequeno código, permitindo que propagandas relacionadas com o contexto do *site* sejam mostradas para seus visitantes. Em contrapartida, a receita oriunda do clique em cada propaganda é compartilhada entre o Google e o parceiro. Essa ferramenta foi especialmente interessante para *sites* que não se dedicam à venda de produtos e serviços, mas apenas à produção de conteúdo. O grande problema desses produtores de conhecimento é a remuneração de seu trabalho e o Google os ajuda a fazer isso permitindo a inserção de propagandas relacionadas com o conteúdo. Ao longo do tempo, a empresa criou inúmeros outros serviços e produtos gratuitos para estender o alcance do Google e atrair novos usuários à empresa.

O caso da Google permite explorar as várias dimensões assumidas pela interação entre inovação e modelo de negócios na criação de um paradigma competitivo. Para capturar a atenção do usuário e dar sentido e relevância com caráter individual ao mar de informações hoje disseminado na *web*, a empresa procurou atuar na terceira força da cauda longa (ANDERSON, 2006). Por meio de um modelo de negócios inovador, com foco primário na experiência do usuário e depois no anunciante, a Google conseguiu criar um mercado publicitário altamente relevante tanto para seus consumidores quanto para seus intermediários (*sites* parceiros).

O fato de a Google deter uma grande parcela do mercado de buscas (cerca de 50% nos Estados Unidos e 90% no Brasil) a torna uma empresa-paradigma que dita normas **de fato** para o setor. O buscador Google processa um bilhão de buscas diárias digitadas por usuários de todo o mundo, constituindo um claro exemplo do efeito de *feedback* positivo, no qual cada usuário novo só tende a reforçar o padrão utilizado por meioda economia de rede. Isso permitiu que recentemente a Google se tornasse uma das marcas mais valiosas do mundo (VALOR ECONÔMICO, 16/9/2010, p.B10), atingindo 43,6 bilhões de dólares.

#### 4.2. A inovação por trás do buscador Google: o sistema *Pagerank*

Embora os motores de busca já existissem antes da Google, os métodos utilizados inicialmente, baseados em diretórios (semelhantes a páginas amarelas digitais), dependiam diretamente da intervenção humana e, quanto mais a Internet cresce, mais lento e dispendioso se torna esse processo. Segundo Frago (2007, p.7),

“o próprio sucesso do negócio de buscas fomentou a concorrência, e logo havia dezenas de buscadores diferentes na rede. Cada um deles operava com interface e algoritmos próprios e seus bancos de dados cobriam diferentes porções da *Web*. Por conseguinte, consultas a sistemas diferentes produziam resulta-

dos diferentes, e os usuários passaram a repetir as mesmas consultas em várias ferramentas, buscando maior amplitude de resposta”.

Para corrigir esse problema, surgiram as ferramentas de meta-busca, integradores que utilizam vários sistemas de busca ao mesmo tempo. Os buscadores foram considerados particularmente interessantes pelo mercado publicitário, que no princípio ficou interessado na inclusão de *banners* ou propagandas nas páginas iniciais. Não tardou para que os buscadores percebessem que promover o crescimento da base de usuários era o caminho para atrair mais anunciantes. A competição entre buscadores aumentou, mas havia, segundo Frago (2007), um problema grave: os usuários estavam relegados ao segundo plano sob a forma de mera audiência, a matéria-prima para negociação com os anunciantes.

Surge então o terceiro tipo de buscador, utilizado pelo Google e baseado em *crawlers* – robôs que **varrem** a Internet de tempos em tempos procurando a palavra-chave digitada pelo usuário – que acabou por tornar-se o padrão na *web*. O novo sistema de busca fornecia resultados bastantes mais confiáveis do que as outras ferramentas e não apenas excluía resultados pagos entre os resultados orgânicos, mas também utilizava um algoritmo de classificação inovador. Outros pontos fortes do Google eram a velocidade das buscas e a simplicidade da interface.

Para Vaz (2010), o que fazia o sistema melhor do que os predecessores era um mecanismo chamado *Pagerank*<sup>(4)</sup>. Apesar de ter sido desenvolvido sobre um forte embasamento matemático, o algoritmo do *Pagerank* tem um princípio bem simples: a importância de uma página de Internet está associada ao número de referências (leiam-se *links*) que ela recebe de outros *sites*. Essas referências serviam como uma espécie de voto de confiança no qual um *site* confiável tem mais influência (credibilidade) do que um *site* desconhecido.

O conceito provém do meio acadêmico, no qual as obras consideradas mais importantes são aquelas que recebem maior número de citações de outros autores. Analogamente, se autores mais renomados fazem referências a determinada obra, essa citação, em tese, atribuiu um prestígio maior ao autor citado do que ocorreria se um autor desconhecido o fizesse. A partir daí, esse conceito foi extrapolado para o contexto das páginas da Internet. Portanto, uma diferença fundamental entre o Google e seus predecessores era que ele não somente contabilizava a **quantidade** de *links* de uma página para outra, mas principalmente conseguia atribuir diferentes pesos a cada *link* (**qualidade do link**) de acordo com uma análise prévia de qual *site* estava oferecendo. Outro aspecto fundamental para o sistema de *ranking* do Google, segundo Vaz (2010), é o contexto de cada página na Internet, ou seja, o *crawler* leva em consideração o que é chamado de **texto-âncora**, pois o buscador consegue identificar por meio de diversos critérios de seleção o contexto no qual ele está inserido.

A criação desse algoritmo lógico-matemático foi em si uma inovação, na medida em que eliminou a deficiência causada pelo viés humano existente nos buscadores anteriores. Ao colocar a experiência do usuário final no centro de suas preocupações, relegando ao segundo plano o mercado publicitário, a Google deu um salto de qualidade e sinalizou ao mercado que o fluxo de usuários não deveria ser tratado apenas como uma fonte de receita para propagandas inseridas no meio das buscas (VAZ, 2010).

### 4.3. Inovação e modelo de negócio

Viu-se como uma **indústria de computadores** focada na produção física de *hardware* foi gradativamente transformando-se em uma indústria de *software* e serviços ao longo das últimas décadas. A última onda de inovações vem transformando, mais uma vez, o modelo de negócios típico, tornando empresas de TIC mais parecidas com agências de publicidade. Ao fornecer gratuitamente o sistema operacional *Android*<sup>(5)</sup> para celulares e o *Chrome OS* para *tablets* e *netbooks*, a Google desafia o modelo adotado por concorrentes como Microsoft e Apple de cobrar uma licença em cada unidade vendida. Entretanto, fabricantes de celulares que utilizam o *Android*, sistema operacional disponibilizado gratuitamente pela Google, começam a queixar-se de que a empresa está tornando o sistema mais fechado, dificultando sua adaptação, deixando-os assim mais aprisionados a um padrão tecnológico que, embora gratuito, permanece proprietário.

A Google também inovou ao oferecer serviços e aplicativos sofisticados sem cobrar nada a seus usuários, ao contrário da prática usual adotada na indústria. Para Eric Schmidt, presidente da empresa, “se você consegue que um bilhão de pessoas faça algo, há muitas maneiras de ganhar dinheiro com isso” (VALOR ECONÔMICO, 2010, p.B11). Dominar o mercado de buscas tem proporcionado excelentes lucros com a propaganda dirigida na Internet, mas a Google entende que essa situação é temporária, pois concorrentes poderosos estão em seu encalço.

O que virá a seguir? Schmidt acredita que a “busca” vai virar coisa do passado e que a maioria das pessoas não vai querer que a Google responda a suas perguntas, mas sim antecipe o que elas farão. Por causa de todas as informações que a empresa coleciona sobre seus usuários, tem uma idéia de quem são, de suas preocupações e de quem são seus amigos. A Google pode saber, com precisão de um metro, onde a pessoa está.

“Se você precisa de leite e há um lugar perto que o vende, o Google vai lembrá-lo de comprar leite. Vai avisá-lo de que o assassinato ocorrido no século XIX sobre o qual você tem lido aconteceu no próximo quarteirão” (VALOR ECONÔMICO, 2010, p.B11)

Uma nova geração de aparelhos portáteis e poderosos está surgindo e conseguirá surpreender as pessoas com informações que elas não imaginavam que gostariam de saber.

A propaganda direcionada está no cerne dos novos modelos de negócios, viabilizando o *marketing* um a um. A tecnologia deverá aperfeiçoar-se tanto que será difícil assistir a algo ou consumir qualquer coisa que de alguma maneira não tenha sido personalizada para as pessoas. Os avanços na inteligência artificial vão permitir que as buscas passem da sintaxe para a semântica, ou seja, do que você digitou para o que você quis dizer. O domínio desta tecnologia será determinante na esfera do mercado.

## 5. CONCLUSÕES

As evidências levantadas neste artigo sobre os impactos das inovações na estrutura da indústria são limitadas ao setor de TIC e não podem ser generalizadas para a indústria como um todo. Entretanto, a análise conjunta da evolução tecnológica, das empresas e dos modelos de negócios dominantes nos permite traçar uma trajetória tecno-econômica plausível para setores em rápida transformação tecnológica. As conclusões estão ancoradas nas duas proposições elaboradas neste artigo com base na recente literatura de organização industrial e mudança tecnológica.

A primeira proposição argumenta que na indústria de TIC as inovações incrementais dificilmente se sustentam isoladamente por muito tempo devido ao acelerado ritmo de mudança tecnológica que caracteriza o setor. Ao contrário do que argumentam Abernathy e Clark (1985) e Prahalad e Hamel (1990) para o conjunto da indústria, as inovações de caráter incremental que visam retardar ou reverter o processo de maturidade industrial não se sustentam por muito tempo no setor de TIC. Observou-se, com base no histórico dessa indústria, que as competências centrais desenvolvidas por meio de um processo de melhoria contínua se tornam frequentemente obsoletas em função de novas tecnologias e modelos de negócios introduzidos por empresas sem dependência da trajetória passada. Em consequência, as empresas líderes são obrigadas, mais cedo ou mais tarde, a reestruturar-se, abandonando linhas de produtos, práticas comerciais e modelos de negócios consolidados. A aquisição de novas capacitações geralmente é feita a partir da incorporação de empresas menores e mais dinâmicas ou por processos de terceirização e redefinição estratégica.

A IBM quase quebrou na década de 1990, mas recuperou-se graças a um processo de reestruturação que a levou a sair de negócios com os quais obtinha poucos lucros, como computadores e impressoras, e a reforçar as áreas de *software* e serviços que hoje respondem por 80% de sua receita global (VALOR ECONÔMICO, 2011). A Microsoft, apesar de estar bem estabelecida no mercado corporativo e contar com uma base sólida de clientes, começa a desenvolver alternativas baseadas na Internet e serviços de computação em nuvem, pois seu modelo de cobrar pelo licenciamento de cada cópia de *software* poderá não se sustentar diante da distribuição gratuita de sistemas operacionais por concorrentes. Ambas

as empresas são inovadoras, mas, devido a sua posição consolidada no mercado, tendem a ser mais defensivas em sua estratégia tecnológica do que novos entrantes sem dependência de trajetórias passadas.

Com relação à segunda proposição, referente ao impacto das inovações na estrutura industrial, os resultados deste estudo dão suporte ao argumento de Utterback e Suárez (1993). Os avanços na tecnologia dos semicondutores afetaram profundamente a estrutura da indústria de computadores, promovendo uma grande onda de desconcentração ao facilitar o *downsizing* do *mainframe* ao microcomputador. A reconcentração da indústria ocorreu não mais na montagem de equipamentos, mas nos fornecedores de insumos críticos como microprocessadores e *software*. A Internet vem permitindo a abertura de novos mercados como o comércio eletrônico, *home banking* e a prestação de serviços de busca que foram preenchidos principalmente por novas empresas, indicando oportunidades de desconcentração. É interessante notar que o desafio não vem de concorrentes que oferecem os mesmos tipos de produtos, como ocorre, por exemplo, na indústria automobilística, mas de empresas que inovam em serviços e modelos de negócios, oferecendo soluções inteiramente diferentes.

No modelo de computação em nuvens, acredita-se que o impacto das inovações na estrutura industrial deva variar segundo o segmento de mercado. O sucesso dos grandes provedores de serviços como Google, Apple e Amazon é difícil de reproduzir, devido às externalidades de redes e ao *feedback* positivo. A Google adicionou *hardware*, sistema operacional e redes sociais a seu *portfólio*, tirando proveito de seu acesso privilegiado a milhões de clientes em todo o mundo. A Apple, além de tornar-se um cobiçado ícone em produtos de consumo, estabeleceu com grande sucesso a própria rede de venda virtual de músicas, filmes e outros serviços. Já a Amazon constitui a marca de maior exposição global no mercado editorial e comércio eletrônico, além de oferecer *hardware* dedicado. Tais empresas mostram, na prática, como a convergência tecnológica vem se consolidando e contribuindo para a concentração industrial.

Por outro lado, o modelo em nuvem abre oportunidades para empresas que absorvam e adaptem inovações tecnológicas a seus modelos de negócios. A demanda por conteúdo específico está crescendo em função da cauda longa, abrindo caminho para empresas de nicho. As três forças descritas por Anderson (2006) – ampla disponibilidade de ferramentas de desenvolvimento, facilidade de acesso ao mercado e mecanismos de busca que permitem maior independência do consumidor – atuam como fatores de desconcentração do mercado. Além disso, o foco no conteúdo e nas relações mais estreitas com clientes e parceiros tecnológicos está ganhando importância, pois um cliente nunca é exatamente igual ao outro e isso abre espaço para empresas especializadas em soluções verticais e para provedores de serviços.

Nos próximos anos, provavelmente, será visto um aprofundamento do modelo de negócios baseado na personalização previdente dos serviços. As inovações que permitem que as empresas captem e antecipem demandas potenciais de clientes cujos perfis são de seu conhecimento, aliadas aos desenvolvimentos tecnológicos que permitem oferecer, de forma descentralizada e automática, produtos e serviços personalizados, estão revolucionando a indústria mais uma vez. A tecnologia deverá se aperfeiçoar tanto que será difícil assistir a algo ou consumir qualquer coisa que de certa maneira não tenha sido personalizada para as pessoas.

Observar essas tendências e incorporá-las em estratégias empresariais e políticas públicas constitui um desafio para os tomadores de decisões. O fato de a nuvem ser essencialmente um bem público abre espaço para políticas promissoras para o desenvolvimento da sociedade do conhecimento. Do ponto de vista das empresas, existem hoje muitas oportunidades tecnológicas para o desenvolvimento de soluções inovadoras, desde que tenham acesso às competências necessárias. O modelo de computação em nuvem abre perspectivas inteiramente novas para a formulação de modelos de negócios, pois discontinuidades no processo de aprendizado tecnológico abrem janelas de oportunidades para novos empreendedores. Há razões para ser otimista, pelo menos até surgir uma nova onda de destruição criadora. ◆

## NOTAS

- (1) Windows + Intel.
- (2) Comunidades de produtores de conteúdos específicos independentes ou especialistas que buscam retornos de reputação ao divulgarem seu conhecimento de forma gratuita para a comunidade.
- (3) O nome Google, adotado a partir de 1997, é um neologismo, retirado da palavra googol, inventado por Edward Kasner, da Universidade de Columbia, que batizou, com um nome sonoro e fácil de recordar, a centésima potência do número 10, ou um número 1 seguido de 100 zeros. Não satisfeito, o cientista criou o googolplex, que equivale a um googol seguido de um googol de zeros. O googol serviu de inspiração para o Google, fazendo referência à ideia de um número tão extenso quanto o inesgotável limite da Internet.
- (4) Em homenagem a Lawrence Page – um de seus criadores.
- (5) Em 2011, o *market-share* global do *Android* em sistemas operacionais para celulares alcançou 40%, tornando-se o mais utilizado.

- ABERNATHY, W.; CLARK, K. Innovation: mapping the winds of creative destruction. *Research Policy*, London, v.14, Issue 1, p.3-22, Feb. 1985.
- ANDERSON, C. *A cauda longa: do mercado de massa para o mercado de nicho*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- ANDERSON, C. *Free: grátis: o futuro dos preços*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- CARMONA, T. *Segredos do Google*. Google Books, 2004. Disponível em: <books.google.com.br>. Acesso em: 1 abr. 2011.
- EVANS, P. *Autonomia e parceria: estados e transformação industrial*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2004. Coleção Economia e Sociedade.
- FARRELL, J.; KLEMPERER, P. Coordination and lock-in: competition with switching costs and network effects. In: ARMSTRONG, M.; PORTER, R. (Ed.). *Handbook of industrial organization*. North-Holland: Elsevier, 2003. v.3.
- FIANI, R. Teoria dos custos de transação. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Org.). *Economia industrial: fundamentos teóricos e práticos no Brasil*. Rio de Janeiro: Campus, 2002. p.267-286.
- FLAMM, K. *Targeting the computer*. Washington, D.C.: Brookings Institution, 1987.
- FRAGOSO, S. Quem procura, acha? O impacto dos buscadores sobre o modelo distributivo da WorldWide Web. *Revista de Economía Política de las Tecnologías de la Información y Comunicación*, Aracaju, v.IX, n.3, sep./oct./nov./dic. 2007.
- FREEMAN, C.; SOETE, L. *The economics of industrial innovation*. 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge, MA: The MIT Press, 1997.
- GOOGLE. *Google history*. Disponível em: <www.google.com/corporate/history.html>. Acesso em: 1 abr. 2011.
- GOOGLE. *Visão geral da tecnologia* [S.l.]. Disponível em: <www.google.com/corporate/tech.html>. Acesso em: 03 abr. 2011.
- GOOGLE. *Ferramenta Palavra-Chave Keywords Tool* [S.l.]. Disponível em: <adwords.google.com.br/select/KeywordToolExternal>. Acesso em: 9 abr. 2011.
- KINAN, K.; LEE, S. Memory technology in the future. *Microelectronics Engineering*, v.84, Issues 9-10, p.1976-1981, Sept./Oct. 2007.
- NELSON, Richard. The co-evolution of technology, industrial structure, and supporting institutions. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v.3, Issue 1, p.47-64, 1994.
- PRAHALAD, C.; HAMEL, G. The core competence of the corporation. *Harvard Business Review*, Boston, v.68, n.3, p.79-91, 1990.
- SCHERER, F.; ROSS, D. *Industrial market structure and economic performance*. Boston: H. Mifflin, 1990.
- SCHUMPETER, J.A. *Capitalism, socialism and democracy*. London: George Allen & Unwin, 1943.
- SHAPIRO, C.; VARIAN, H. *A economia da informação: como os princípios econômicos se aplicam à era da Internet*. Rio de Janeiro: Elsevier, 1999.
- SIMON, Herbert. Designing organizations for an information-rich world. In: LAMBERTON, Donald M. (Ed.). *The economics of communications and information*. Cheltenham, UK: Edgar Elgar, 1997.
- TIGRE, P. *Computadores brasileiros: indústria, tecnologia e dependência*. Rio de Janeiro: Campus, 1984.
- TIGRE, P. *Indústria brasileira de computadores: perspectivas até os anos 90*. Rio de Janeiro: Campus, 1987.
- UTTERBACK, J.; SUÁREZ, F. Innovation, competition and industry structure. *Research Policy*, Elsevier, London, v.22, Issue 1, p.1-21, Feb.1993.
- VALOR ECONÔMICO. São Paulo, 16/9/2010.
- VALOR ECONÔMICO. São Paulo, 6/7/2011.
- VARIAN, H.; FARRELL, J.; SHAPIRO, C. *The economics of information technology: an introduction*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. [DOI: 10.1017/CBO9780511754166].
- VAZ, C. *Google marketing: o guia definitivo de marketing digital*. São Paulo: Novatec, 2010.

**From mainframes to the cloud: innovation, industrial structure, and business models in the information and communication technology industry**

Radical innovations in information technology are opening windows of opportunities for developing new business models which will affect the structure of global industry. By reviewing structural changes in the information technology industry over the past five decades, this article analyzes the relationship between innovation, the surge of paradigm firms, and business models, with the aim of contributing to the development of business strategies and public policies. The case of Google is analyzed, based on the recent literature on the information economy, in order to exemplify how technological change affects competition in the IT industry.

**Keywords:** information and communication technologies, innovation, history of IT, business models, industry structure, mainframes, minicomputers, microcomputers, Internet, cloud computing, Google, paradigm firms, industrial policy.

### Innovación, estructura industrial y modelos de negocios en las tecnologías de la información y de la comunicación: de los *mainframes* a la nube

Innovaciones en las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) crean oportunidades para el desarrollo de nuevos modelos de negocios que, cuando exitosos, tienen impactos significativos en la propia estructura de la industria global. A partir de la revisión de los cambios estructurales que ocurrieron en la tecnología de la información y de la comunicación en las últimas cinco décadas, se analiza en este artículo la relación entre nuevas tecnologías, el surgimiento de empresas consideradas paradigmas y sus respectivos modelos de negocios, para contribuir al proceso de formulación de estrategias empresariales y políticas públicas. Se examina el caso de la empresa Google, responsable de las últimas grandes innovaciones en el sector, con apoyo en la literatura reciente sobre la economía de la información, para ilustrar el impacto de los cambios tecnológicos en el modelo de competencia de la industria.

**Palabras clave:** tecnologías de la información y de la comunicación, innovación, historia de la informática, estructura de la industria, *mainframes*, minicomputadoras, microcomputadoras, Internet, computación en nube, Google, empresas paradigma, política de la industria.