

HETEROGENEIDADE DA DEMANDA E INOVAÇÃO DE PRODUTOS¹

Thiago Caliari

Professor Adjunto (ICSA-Unifal/MG)

Ricardo Machado Ruiz

Professor Associado (CEDEPLAR/UFMG)

Bolsista em Produtividade e Pesquisa do CNPq

Marco Valente

Professor Associado (University of L'Aquila, Itália)

Resumo:

Este artigo discute a relação entre a heterogeneidade da demanda, no que tange aos procedimentos de escolha dos consumidores, e inovação de produtos. O estudo apresenta um modelo evolucionário que mostra como consumidores com informação imperfeita escolhem e selecionam produtos diferenciados. O modelo destaca o papel da informação e procedimentos de escolha e sua relação com o processo de inovação. O preço do produto desempenha um papel importante, mas a qualidade da informação, a tolerância ao erro e o processo de escolha também são determinantes importantes do desempenho das empresas em uma indústria com recorrente inovação de produtos.

Palavras-chave: escolha, demanda, informação, heterogeneidade, inovação.

Abstract:

This paper discusses the relationship between heterogeneity of demand regarding choice procedures and product innovation. It proposes an evolutionary model that shows how consumers with imperfect information chose and select differentiated goods. The model shows the role of information and choice procedures and its relation with the innovative process. The price plays an important role, but the quality of information, error tolerance and criteria for preference ordering are important determinants of the performance of firms in an industry with product innovation.

Key-words: choice, demand, information, heterogeneity, innovation.

Área 9 – Economia Industrial e da Tecnologia

JEL: C63, L22, D01.

¹ Os autores agradecem ao financiamento da FAPEMIG para a confecção do artigo e participação no 42º Encontro Nacional da ANPEC.

HETEROGENEIDADE DA DEMANDA E INOVAÇÃO DE PRODUTOS

1. INTRODUÇÃO

Os modelos que destacam a inovação frequentemente apresentam uma análise centrada na inovação pelo “lado da oferta”. A explicação sobre os determinantes do sucesso ou fracasso das firmas geralmente são delegados às estratégias inovadoras, sendo dentre a mais importante o esforço tecnológico interno. Nesse contexto, relevância marginal tem sido atribuída à demanda, à interação desta com a oferta e ao processo de escolha em um ambiente com elevada assimetria e/ou imperfeição de informações sobre as características do produto.

Em grande parte dos modelos sobre inovação essa simplificação é justificada de forma convencional, em geral afirmando uma analogia com mercado com produtos já estabelecidos. Contudo, outras tantas vezes, torna-se interessante a utilização de uma demanda que trate da heterogeneidade dos consumidores tal qual a heterogeneidade dos ofertantes em concorrência tecnológica. Por exemplo, em mercados onde os consumidores são mais exigentes em qualidade, a posição das firmas normalmente é a de realizar inovações direcionadas para as características mais exigidas pelos demandantes e dar menos destaque aos diferenciais de preços. A identificação de requisitos mínimos exigidos pelo consumidor normalmente influenciam a inovação de produtos e inovações bem sucedidas determinam o foco das firmas em alguma dimensão tecnológica específica.

Esse artigo visa apresentar como a heterogeneidade da demanda e os processos de escolha podem influenciar o resultado final de mercado frente a qualquer esforço tecnológico realizado pelas firmas, no caso, a inovação de produto. Para tal propósito, serão utilizados dois modelos específicos propostos em Valente (2014) e Valente (2012); o primeiro trata da complexidade inovadora em um modelo denominado *NK-like* – derivado do modelo NK de Kauffman (1993) –, e o segundo trata da heterogeneidade da demanda por meio de uma escolha *take-the-best*. A conexão dos dois modelos permite observar a relevância do processo de escolha por parte do demandante frente a mercado com frequente inovação de produtos.

2. HETEROGENEIDADE DA DEMANDA

O foco na inovação com viés da oferta da firma remonta à própria análise original de Schumpeter. Em sua teoria sobre a inovação, o autor destaca os novos produtos e novos processos realizados no âmbito da firma e o espírito empreendedor do inovador. É uma forma de análise que delega papel secundário àqueles que demandam (Metcalf, 2001; Nelson & Consoli, 2010, Nelson, 2013)².

É certo que a firma como ofertante tem na inovação de produto um papel relevante, porém, não é razoável supor que a demanda não exerça nenhuma influência sobre o nível e os rumos do esforço inovador. Nelson (2013) destaca que existem grandes diferenças entre setores industriais, no modo como os consumidores respondem a mudanças em preços e características dos bens. Neles, produtos existentes estão a todo o momento sendo repaginados ou até mesmo reconstruídos; novos produtos são lançados rapidamente; novos processos reformulam o modo de produção. Em suma, é necessário pensar a demanda e a escolha no contexto de “contínuos fluxos de novas oportunidades e desafios com os quais os consumidores precisam lidar a todo o tempo” (Nelson, 2013, p.35).

Cada inovação oferece ao demandante a possibilidade de mudar sua escolha ou cesta de bens. Também é certo que tais mudanças e escolhas influenciam o modo como setores buscam e selecionam novas inovações. Essa dupla causalidade leva alguns pesquisadores a classificar a interação entre usuários

² *Despite the obvious importance of consumer response to the changing and expanding range of goods and services they might buy in influencing this pattern of evolution, until recently evolutionary economists have not paid much attention to household behavior* (Nelson, 2013, p.37).

e ofertantes como um elemento chave do processo inovador, como, por exemplo, nas análises que consideram o sistema de inovação (Lundvall, 1988). Conforme destacam Nelson & Consoli (2010):

"Ignorance of alternatives aside, the evidence is clear that individuals do not have the kind of stable global preference orderings over different kinds and degrees of want satisfaction assumed by standard theory. Rather, preferences often are weakly established, under the influence of a variety of factors implicitly assumed away in standard theory, in particular strongly influenced by consumption experience, and hence path dependent, and potentially unstable. Under these conditions, it is not clear even how to define fully rational behavior" (Nelson & Consoli, 2010, p.668).

A instabilidade nas preferências decorre da limitação cognitiva dos consumidores e de processos de seleção de produtos adequados (*satisficing*), como nos argumentos pioneiros de Simon (1955; 1976; 1978; 1979). Mesmo sem a consideração da limitação racional, Nelson (1970; 1974) destaca a importância da limitação nas informações disponíveis aos consumidores em relação às características tecnológicas e de qualidade do produto sobre as estruturas de mercado. Stigler (1961) aponta a relevância da informação na estabilidade dos preços.

Olshavsky & Granbois (1979) também destacam a relevância de vários aspectos intrínsecos ao histórico pessoal como determinantes do processo de decisão de compra. Afirmam que o padrão de decisão pode ser derivado de padrões culturais de consumo, da simples conformidade com normas especificadas por grupos de indivíduos – ou pela restrição dos mesmos. A escolha pode ser feita exclusivamente por recomendações pessoais em relações de confiança (imitação de demanda). Em alguns casos envolve percepções na avaliação de poucas alternativas ou ainda com pequena pesquisa externa e critérios simples de comparação³.

Aceitando a relevância desses argumentos para o entendimento das decisões de consumo, parece claro que em mercados com intensa inovação tem-se um ambiente complexo e incerteza, potencializando as limitações cognitivas descritas acima; ou seja, um ambiente análogo àquele com elevados custos de transação (Williamson, 1989). Os critérios de comparação frente às alternativas expostas, o conhecimento das especificidades dos produtos no mercado e a consequente ordenação de qualidade dos mesmos tende a ser prejudicada. Essa problemática, aliada aos custos de informação e da necessidade de se incrementar o conhecimento sobre essas variáveis atesta ainda mais os problemas para a hierarquização de produtos e serviços.

Essa dificuldade na ordenação de preferências é argumentada em Valente (2012). Os consumidores possuem geralmente informações restritas sobre os detalhes tecnológicos de todos os produtos ofertados, os custos de coleta e processamento de informação são elevados e/ou tem pouca motivação para investir tempo e atenção para decisões que são de frequência relativamente baixa e de baixa importância na vida em geral. Em outros casos, o consumidor busca prioritariamente produtos com características específicas e colocam em segundo plano outras dimensões tecnológicas e econômicas ou mesmo minimizam diferenciais de preços, por exemplo.

Saviotti (2001) é mais enfático na afirmação da necessidade de uma consideração da demanda mais apurada e heterogênea em ambientes com forte inovação tecnológica. A teoria da demanda mais convencional destaca o comportamento do consumidor considerando uma relação dada de preferências, certo conjunto de informações e perfil de ofertas estável ou constante. Mas como pensar a escolha em um ambiente com persistente diferenciação tecnológica? Vejamos dois casos: o mercado da telefonia celular e o mercado farmacêutico.

Apesar de ter sua tecnologia desenvolvida em meados do século XX (o primeiro protótipo de telefone celular foi patenteado em 1940 e o primeiro celular comercial foi desenvolvido pela Ericsson em 1956), até pouco tempo atrás, especificamente no começo da década de 80 do século passado, essa tecnologia não era utilizada para fins comerciais. Em 1989, quatro milhões de pessoas ao redor do mundo utilizavam a telefonia móvel. Em 2013, a previsão é da existência de aproximadamente seis bilhões de telefones celulares em uso. Dentre as histórias de difusão tecnológica conhecidas, essa é uma das que

³ Uma série de trabalhos, principalmente no estudo da psicologia cognitiva, tem destacado a influência desses tipos de interações e relações para o padrão de escolha racional dos agentes. Dentre várias leituras, sugerimos Tversky e Kahneman (1986), Thaler (1992) e Slovic (1990).

possuem um dos maiores percentuais de adoção: segundo dados da *International Telecommunication Union* (ITU), em aproximadamente 25 anos (1989-2013) o consumo médio de uma linha de telefonia móvel *per capita* mundial praticamente passou de zero para um.

Essa história apresenta apenas a utilização de linhas. A aquisição do aparelho móvel receptor do sinal dessa linha telefônica guarda ainda mais peculiaridades. Se analisada a sua dinâmica, pode-se constatar uma redução drástica do ciclo médio de vida desse tipo de produto, além das revoluções tecnológicas internas que o lançamento de novos produtos ocasiona. Ademais, a inclusão de novas funções e aplicativos dentro de um mesmo aparelho (como, por exemplo, lentes fotográficas com alta definição, gravação de vídeos, games de última geração) tem proporcionado a inserção desses produtos em diferentes mercados.

Em essência, essa simples observação denota as dificuldades de escolha para os consumidores desses produtos. Se há aproximadamente oito anos atrás praticamente era inexistente a oferta de *smartphones* (celulares inteligentes, praticamente computadores pessoais em menor escala), como ordenar e classificar a preferência dos consumidores atualmente nesse nicho do mercado? Aliás, como não considerar a mudança gradual ao longo de, digamos, apenas um ano com tamanha variedade de produtos? Além disso, devido à complexidade dos *softwares* desses dispositivos e da multiplicidade de funções, como classificá-los em uma ordem crescente de qualidade? Como combinar estas múltiplas características com uma dada restrição orçamentária?

Em tal ambiente, ficam claras as dificuldades de escolha. Erros de previsão na avaliação e diferentes níveis de tolerância na classificação da qualidade de produtos acabam sendo encontrados com frequência nesse tipo de mercado. Procedimentos de escolha, informações limitadas, complexidade e restrições temporais afetam a escolha e, por consequência, o desempenho de produtos no mercado.

O mercado farmacêutico é outro exemplo emblemático da relevância da heterogeneidade da demanda, principalmente com as mudanças regulatórias que reestabelecem novos padrões de consumo. Apesar de possuir uma história um tanto quanto mais longa que o exemplo da telefonia móvel celular, a indústria farmacêutica é altamente dependente do nível de investimentos em pesquisa e desenvolvimento, marketing/promoção de vendas e assistência técnica para a manutenção do posicionamento de empresas incumbentes no mercado. Nesse mercado os produtos combinam preços, disponibilidade, informação sobre efeitos colaterais ou a inclusão de novos princípios ativos que combatem de maneira diferenciada a doença a ser tratada. No geral, pela própria essência inovativa, é normal encontrar dentro de uma mesma categoria terapêutica vários medicamentos utilizados para o tratamento de uma mesma doença com distintas especificações técnicas.

Como definir o produto escolhido, frente a um setor industrial de tecnologia tão específica e pouco conhecida pela população em geral? Como classificar a qualidade dos produtos frente a tantas características distintas e, algumas vezes, incompreensíveis? Esses casos não são típicos somente de indivíduos-consumidores, também as firmas têm dificuldades no julgamento de tecnologias, de patentes a serem licenciadas, de bens de capital e mesmo de insumos. Temos um variado conjunto de indústrias onde erros de previsão na avaliação e níveis de tolerância na classificação de produtos acabam sendo encontrados com frequência⁴.

Alguns estudos destacam esse processo de escolha com limitação racional do demandante frente a mercados com inovação. Aversi *et al.* (1999) desenvolvem um modelo de demanda microfundamentado que apresenta resultados bastante próximos às evidências empíricas. Windrum & Birchenhall (1998) discutem o conceito dominante da teoria do ciclo de vida dos produtos, qual seja, o de delegar a dinâmica da mudança tecnológica especificamente às mudanças nos aspectos tecnológicos. Segundo os autores, é necessário analisar a inovação tecnológica considerando consumidores e ofertantes.

Malerba *et al.* (2007) apontam para a relevância das variedades de preferência dos indivíduos para a sobrevivência de firmas frente às inovações de mercado. Windrum *et al.* (2009) verificam a influência da distribuição de preferência dos consumidores nos padrões tecnológicos e de demais aspectos

⁴ Cabe lembrar que na indústria farmacêutica é frequente a contratação de médicos e demais profissionais especializados para validar a desempenho de produtos. O sentido é estabelecer a relação profissional de confiança na compra, creditando ao profissional o ônus do conhecimento das características técnicas dos bens ofertados.

qualitativos dos produtos adotados. Valente (2012) oferece um modelo teórico para tratamento das capacidades cognitivas de análise dos demandantes frente a diferentes características dos produtos.

Em suma, a interdependência entre a demanda e a inovação de produtos não pode ser negligenciada, assim, é necessário pensar a escolha e a heterogeneidade da demanda em ambientes com inovações recorrentes. Nos próximos tópicos são sugeridos tratamentos específicos para a inovação tecnológica das firmas e a demanda dos consumidores, de modo a captar as mudanças nos resultados de mercado frente às mudanças nas preferências dos consumidores.

3. INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: O MODELO *NK-LIKE* DE VALENTE (2014)

O modelo proposto em Valente (2014), denominado *NK-like*, é derivado do modelo *NK* de Kauffman (1993) e tem o intuito de incorporar os avanços deste e contribuir para dirimir as suas limitações, principalmente nas relações de inovações tecnológicas em condições em que existem múltiplos determinantes da inovação e incerteza quanto a seus resultados.

O modelo *NK* foi desenvolvido nas ciências biológicas por Kauffman (1993) e apresenta os efeitos provocados pela aptidão biológica dos agentes (doravante denominado *fitness value*) em ambiente de mutações genéticas. Apesar de ser um modelo que procura explicar ambientes complexos, tem sido exitoso em suas análises por se tratar de um instrumento de fácil manuseio, que gera uma representação de um problema que pode ser modificado para torná-lo simples ou complicado, a depender da parametrização requerida por cada caso.

O modelo *NK-like* é proposto como uma estratégia de replicação das propriedades úteis do modelo *NK* incorporadas a avanços que procuram dirimir algumas de suas limitações. Especificamente, o modelo apresenta as seguintes modificações:

1. *Landscape* representado por valores reais: a paisagem (*landscape*) do modelo *NK-like* é composto por $\vec{x} = \{x_1, x_2, \dots, x_N\} \in \mathbb{R}^N$, no qual o resultado (*fitness value*) é representado por um valor real $f(\vec{x})$. Ainda, os valores para o domínio e subdomínio da função podem ser livremente determinados pelo pesquisador;

2. Determinação da paisagem tecnológica (*landscape*) e do máximo global: diferentemente do modelo *NK*, onde a localização do máximo e o estilo da paisagem (*landscape*) eram determinados aleatoriamente, no modelo *NK-like* o máximo global é estabelecido pelo usuário⁵. O formato do *landscape* é definido por uma função bem comportada, de forma que o modelador pode mensurar isoladamente qualquer ponto da paisagem, determinando picos, probabilidade de alcance do máximo global, entre outros;

3. Determinação da interdependência: para quaisquer dimensões i e j , é permitido ao modelador a determinação de variados graus de interdependência $a_{i,j}$ entre as dimensões. Isso permite níveis intermediários de dependência, diferente da situação binária e simplista de apenas ausência e presença da mesma.

O modelo *NK-like* consiste de uma *fitness function* definida sobre N variáveis de entrada (dimensões) e um algoritmo de busca (*fitness function*), gerando resultados para cada ponto da dimensão (os *fitness value*). O *fitness value* de um ponto com o domínio na paisagem (*landscape*) no modelo *NK-like* é a média da contribuição *fitness* das N dimensões (variáveis de entrada):

$$(1.1) f(\vec{x}) = \frac{\sum_{i=1}^N \phi_i(\vec{x})}{N}$$

No qual $\phi_i(\vec{x})$ é a contribuição para o *fitness* de cada dimensão i . No modelo *NK-like* é uma função determinística definida como:

$$(1.2) \phi_i(\vec{x}) = \frac{Max}{\left(1 + \left|x_i - \mu_i(\vec{x})\right|\right)}$$

Onde Max é um parâmetro pré-determinado pelo usuário para o máximo da função. ϕ_i é, assim, uma função decrescente da distância entre o valor da variável (x_i) e uma função $\mu_i(\vec{x})$, definida como:

⁵ O máximo acontece quando $f(\vec{x}^*) \geq f(\vec{x}), \forall \vec{x}$.

$$(1.3) \mu_i(\vec{x}) = c_i + \sum_{j=1}^N a_{i,j} x_j$$

Os valores μ_i definem o estabelecimento de uma meta que, quando igual a x_i , determina o maior nível de contribuição da dimensão (variável de entrada) para a *fitness function* global⁶.

A função estabelecida acima é flexível no sentido de permitir a incorporação das usualidades descritas na explicação do modelo *NK-like*, justamente aquelas que não são alcançadas no modelo *NK*. Nela é possível (i) estabelecer o valor máximo da função, (ii) o ponto de ótimo global⁷ e (iii) as interdependências entre as dimensões variando apenas o valor de $a_{i,j}$.

Definida a função de resposta do modelo, apresenta-se também o algoritmo de busca, que seguirá a mesma definição do modelo *NK* tradicional, através de mutações unilaterais (*one-bit mutation*). A estratégia consiste dos seguintes passos:

1. Escolha randômica de uma direção (em qual gene será estabelecida a variação);
2. Estabelecimento do valor Δ_T de mutação na dimensão escolhida;
3. Se o *fitness value* aumenta, move-se para a nova tecnologia de produto;
4. Se o *fitness value* diminui, continua na mesma tecnologia de produto.

O valor Δ_T nesse modelo foi analisado como um parâmetro constante representado por um valor pequeno ($\Delta_T = 1$). A utilização do modelo *NK-like* é satisfatória para as particularidades expressas no modelo que se procura definir nesse artigo. As N variáveis de entrada devem ser entendidas como os ingredientes e/ou recursos (infraestrutura, recursos humanos, etc) necessários para o desenvolvimento de um novo produto tecnologicamente melhorado. O *fitness value*, então, é o resultado da combinação das variáveis de entrada (N genes).

Cada um dos N ingredientes/recursos tem um valor de contribuição ($\phi_i(\vec{x})$) para a “qualidade” do produto, que é máximo em um determinado ponto, expressando a possibilidade de exaustão da fronteira tecnológica. A interdependência $a_{i,j}$ expressa a complexidade tecnológica do exercício de modelagem, definindo a dificuldade de se alcançar o máximo global do *fitness value*: quanto maior a interdependência, maior a possibilidade de se ficar em um *lock-in* tecnológico (Valente, 2014).

4. DEMANDA: O MODELO TAKE-THE-BEST

O modelo *take-the-best* permite observar o processo de escolha e captar a diversidade de consumidores, fator importante na explicação dos resultados de mercado de um produto novo. A ideia é apresentar um modelo que incorpora um algoritmo decisório baseado em racionalidade limitada, ou seja, em um processo de seleção e hierarquização de produtos com complexo e/ou incerto conjunto de características ou informações; um ambiente diferente da tomada decisão em “condições ótimas ou perfeitas”⁸.

O modelo considera que os consumidores têm a tarefa de realizar compras observando uma gama de produtos/serviços alternativos ou substitutos com características distintas, representadas por um vetor de características. Os consumidores baseiam suas decisões na comparação dos produtos disponíveis em respeito a uma única ou dominante característica: uma avaliação parcial e hierárquica. Assim, o algoritmo requer que seja identificado apenas o melhor produto – ou melhores – em relação a cada uma das dimensões, considerando uma delas como dominante ou superior.

O primeiro passo para a escolha envolve diferenças de competência na observação das características relevantes para a escolha e hierarquização. A escolha é feita através da probabilidade com

⁶ Resultados mais amplos da especificação proposta são apresentados em Valente (2008) como, por exemplo, a dependência da maximização da função a todas as dimensões. Suprimimos essas explicações aqui, mas sugerimos a leitura do texto original para leitores interessados.

$$\vec{x}^*: c_i = x_i^* - \sum_{j \neq i} a_{i,j} x_j^*$$

⁷ O ótimo global é definido no ponto

⁸ Referências a um mercado como descrito por Akerlof (1970) são certamente adequadas. Naquele e neste mercado temos informações assimétricas, comportamentos não explícitos e oportunistas etc. Contudo, naquele mercado o produto era usado e neste o produto é novo e sobre ele pesam as mesmas dúvidas para o consumidor.

que cada produto disponível é julgado o melhor em respeito a dada característica. É considerado que os consumidores não observam diretamente os valores reais v_x^i das características dos indivíduos, mas ao invés disso a seguinte expressão:

$$(1.4) \hat{v}_x^i = \text{Norm}(v_x^i, \Delta)$$

Onde $\text{Norm}(\mu, \sigma)$ representa um resultado a partir de uma função aleatória normalmente distribuída, e Δ a variância da variável aleatória, que funciona como uma variável *proxy* para o erro de percepção, a sua ignorância sobre a qualidade do produto. Quanto mais baixo o valor de Δ , menores os erros de percepção de valor do produto, sendo o contrário verdade.

Além da limitada capacidade cognitiva na análise das características do produto e os consequentes erros de percepção, há um segundo passo da análise do consumidor: a tolerância do consumidor as diferenças entre produtos. A implementação do modelo inclui um parâmetro que representa a tolerância do consumidor para diferenças nas características do produto. Comparando dois produtos X e Y , o modelo considera que eles são equivalentes se:

$$(1.5) \hat{v}_x \approx \hat{v}_y \Leftrightarrow \frac{|\hat{v}_x - \hat{v}_y|}{\max(\hat{v}_x, \hat{v}_y)} < \tau$$

Em que τ é um coeficiente entre 0 e 1. Quando $\tau = 0$, qualquer mínima diferença entre os valores das características é percebida para atestar a superioridade de um produto; em oposição, altos valores de τ indicam que até mesmo grandes diferenças são consideradas irrelevantes na escolha do consumidor, padronizando os produtos em relação àquela característica.

O terceiro passo envolve a identificação dos requisitos mínimos. Um produto pode ser descartado de consumo por não possuir requisitos mínimos ou por existir outro produto mais apreciado pelo consumidor. Apesar do resultado igual – o produto não é vendido –, os dois casos precisam ser distinguidos. No segundo caso, se houvesse a remoção do competidor o produto poderia se tornar viável, enquanto no primeiro caso ele ainda seria descartado. O modelo distingue os dois casos, considerando o primeiro como parte de um processo inicial de seleção de produtos viáveis e o segundo como um passo no processo decisório do agente consumidor.

São considerados requisitos mínimos de consumo para cada produto, em ordem para poderem ser considerados como produtos viáveis para compra. Formalmente, o modelo assume que cada consumidor j tem um vetor de requisitos mínimos $\vec{m}_j = \{m_j^1, m_j^2, \dots, m_j^m\}$ para cada característica do produto. Um produto X viável para consumo é aquele no qual $v_x^i > m_j^i$ para toda característica i .

Postos os passos da escolha, o mecanismo de decisão para a compra de um produto é baseado na estratégia chamada *take-the-best*, no qual a escolha de um item é feita sobre uma série de possíveis alternativas definidas em um espaço multidimensional. A proposição da estratégia *take-the-best* um exemplo de racionalidade limitada. Seus propositores afirmam que este processo de seleção parte da verificação das dificuldades em fazer uma completa e custosa prospecção do mercado; o que justifica um interesse relativo em investir tempo e recursos para realizar a escolha ótima. Nestas circunstâncias, a opção é por uma escolha que defina o melhor produto em relação a uma característica específica ou conjunto de características julgadas importantes para o consumidor. Tal comportamento é uma escolha racionalmente limitada, onde os tomadores de decisão usam a superioridade do produto em uma dimensão específica para justificar segregar e focar nas características do produto mais relevantes.

O procedimento algorítmico utilizado consiste na repetição cíclica dos passos seguintes até que a condição do passo 3 seja satisfeita, em um claro processo de *satisficing*, na terminologia de Simon (1978):

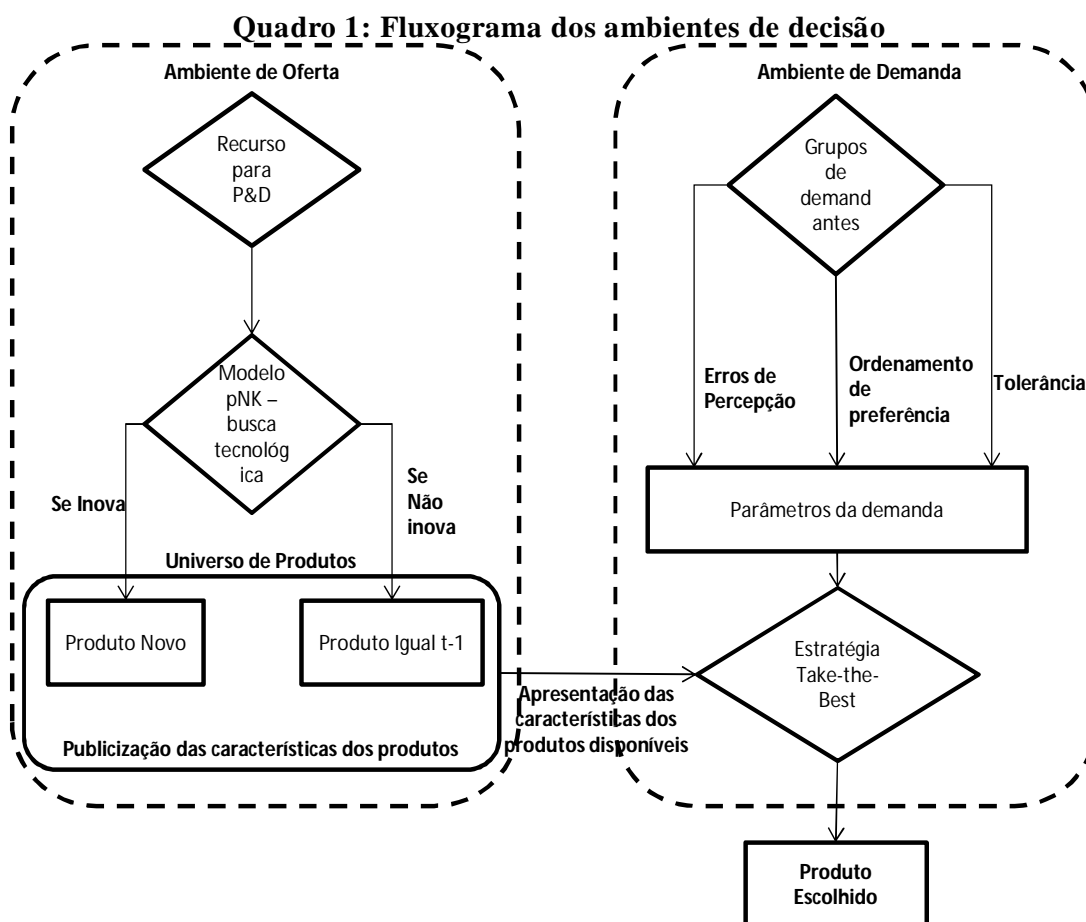
1. Considerar inicialmente todas as opções potenciais de escolha;
2. Escolher uma característica entre as m disponíveis, ou seja, a característica mais importante para aquele consumidor (característica hierarquicamente superior);
3. Se um produto possui *score* maior que os demais em respeito a essa característica, resguardados os erros de percepção e tolerância, a escolha está feita;
4. Se a opção 3 não é satisfeita nessa comparação e mais de uma opção tem valores similares em respeito à característica escolhida no passo 2, então são removidas as opções com valores menores e o processo reinicia a partir do passo 2.

Este procedimento é o mais simples possível, mas é possível agregar outras características na seleção. Por exemplo, a seleção pode ter duas ou três características hierarquizadas de forma distinta e que, ao final, formam conjuntos distintos de produtos. Em produtos complexos (múltiplas e complexas características) este procedimento gera decisões diferenciadas de consumo, o que é uma consequência das informações distribuídas no mercado pelo ofertante e de como ela é recebida e organizada pelo consumidor.

Vale registrar que esse processo de escolha vai ao encontro das variadas tipologias de estratégias que classificam firmas como líderes em alguma dimensão: temos estratégias que afirmam a liderança em menor preço, maior qualidade, melhor tecnologia ou regularidade na oferta, por exemplo. A depender das características do consumidor e das informações recebidas, um ou outro grupo de bens será selecionado para o consumo e, assim, teremos grupos distintos de produtos com diferentes elasticidades cruzadas da demanda⁹.

5. O MODELO BÁSICO

O objetivo agora é conjugar os dois modelos supracitados. Dessa forma, serão utilizadas algumas simplificações que podem ser suprimidas em desenvolvimentos posteriores e que serão pontuadas em momento oportuno. Considere o Quadro 1 para o entendimento do funcionamento do modelo.



Fonte: Elaboração Própria.

⁹ Como referências teóricas, citamos os famosos textos de Caves & Porter (1977) e Porter (1979 e 1980) que tratam da segmentação da concorrência intra-setorial e de tipologia de estratégias de negócios. Atualmente temos uma variedade infinita de “tipos e tipologias de estratégias”, mas todas tentam diferenciar produtos e serviços destacando uma característica hierarquicamente superior que guiará as decisões da firma e a necessidade de levar esta informação ao consumidor.

Considera-se para o modelo a existência de um único mercado, *locus* da competição entre dez firmas. Cada firma oferta um único produto nesse mercado, totalizando então a disponibilidade de venda de 10 produtos. Cada produto possui duas características ($V^i = [p^i, v^i]$), sendo a característica p^i de ordem econômico-financeira, relativa ao preço praticado para o produto, e a característica v^i de origem tecnológica¹⁰. Assim, há uma correlação positiva entre a característica tecnológica e a renda alocada pelo consumidor ao produto e uma correlação negativa entre a característica preço e esta mesma renda do consumidor.

5.1. CONDIÇÕES TECNOLÓGICAS

O ambiente de oferta é a definição dos produtos ofertados pelas firmas. Inicialmente, existe um recurso para investimento em P&D que definirá a capacitação na busca tecnológica da firma. Se uma firma inova, oferta um produto novo; se não inova, oferta o mesmo produto do período $t-1$. Esse ambiente definirá as características dos produtos, notadamente o atributo tecnológico e o preço.

O modelo *NK-like* age justamente sobre essa característica tecnológica (v^i), escaneando o espaço de soluções em busca de melhorias no atributo (busca essa que é local e míope, como já explicitado). O *landscape* nesse modelo específico segue o número mínimo de dimensões ($N = 2$) para tornarem claros os impactos pretendidos, estabelecendo ainda interdependência plena entre essas dimensões ($a_{i,j} = 1$)¹¹. O *landscape* tem um único máximo global de valor $MAX = 1$. A *fitness function* segue a apresentação inicial e todos os valores iniciais da característica v^i são considerados iguais a 0,05, a uma distância considerável do máximo global ($MAX = 1$). Isso garante que as empresas não se diferenciam por tecnologia no início da simulação. Os valores da característica p^i – preços – serão apresentados posteriormente.

Sendo o objetivo definir a relação entre as preferências da demanda e a inovação realizada por empresas em seu resultado de mercado, optou-se por estabelecer uma regra simples de investimento em inovação para cada empresa: o P&D toma tempo e acontece somente raramente, assim, para cada firma é estabelecida uma variável aleatória com valor positivo e, ao longo do tempo, seu valor é decrescido de uma unidade; quando esse valor atinge zero, uma inovação é buscada pela empresa. Esta estratégia segue o processo de busca definido pelo modelo *NK-like*, como já especificado acima. Após cada tentativa de inovação, um novo valor aleatório para tal variável é calculado para a empresa, e o processo continua conforme a descrição precedente.

5.2. CONDIÇÕES DA DEMANDA

Os demandantes possuem parâmetros definidos de erros de percepção, níveis de tolerância e ordenamento de preferências. Utilizando dessas informações, eles analisam o ambiente de oferta e escolhem o produto a ser consumido através da estratégia *take-the-best*.

Existe apenas um mercado de análise, mas define-se para essa simulação a presença de dois grupos distintos de consumidores, cada um com uma especificação diferenciada em relação às características do produto que são preferíveis. O Grupo 1 estabelece uma preferência em relação ao preço (p^i) e o Grupo 2 tem preferência em relação ao atributo tecnológico (v^i), ou seja, hierarquizam os bens de forma inicialmente diferente. O objetivo desse expediente é demonstrar como os distintos padrões de seleção afetam os resultados de mercado e tecnológico das empresas.

Para o início da modelagem os valores foram determinados iguais a 100 demandantes para os dois grupos. É assumido que todos os consumidores possuem renda disponível para a realização da compra e realizam uma única compra por período de simulação, mas a renda máxima disponibilizada pelo

¹⁰ Podem-se pensar essa característica, por exemplo, como a capacidade de armazenamento de informações, em mercados de tecnologia da informação, ou a quantidade de dispositivos de segurança, no mercado automobilístico, entre outros.

¹¹ O intuito de estabelecer a interdependência máxima é verificar as relações entre demanda e inovação em ambientes tecnológicos mais complexos, pois como dito anteriormente, a interdependência está diretamente relacionada ao surgimento de máximos locais e possíveis lock-in tecnológicos.

consumidor é \$15 (referente ao valor máximo pago, ou seja, o valor máximo da característica v_i^1). Da mesma forma, considera-se $\Delta = 1$ e $\tau = 1$ para a primeira apresentação, o que significa que os consumidores têm percepção totalmente imperfeita sobre as características dos produtos e são completamente tolerantes na comparação entre os bens. Ainda, os requerimentos mínimos para consumo são estabelecidos com valores menores que os apresentados pelos produtos ($m_i^t > p_i^t X_i^t$), como forma de permitir que todos os produtos estejam acessíveis ao consumidor no início da simulação. O valor mínimo para a característica v_i^2 é zero.

5.3. DETERMINANTES DO PREÇO

As empresas estabelecem uma regra simples de precificação de produtos, baseada na análise da variação da demanda. A firma, porém, só estabelecerá variação em seus preços se a seguinte desigualdade ocorrer uma mudança significativa na quantidade demandada:

$$(1.6) \quad d_{t,i} - d_{t-1,i} > \alpha$$

Sendo α um valor determinado exogenamente. Para as simulações foi definido que há variação no preço para uma variação na demanda acima de 1% ($\alpha = 0,01$). Fundamentalmente, se a desigualdade acima ocorre, a regra de precificação é a que segue:

$$(1.7) \quad p_{t,i} = p_{t-1,i} * [1 + sc * (sign_i)]$$

Em que sc é uma constante exógena que define a magnitude de mudança de preço definida pela empresa i , para as simulações abaixo foi estabelecida como $sc = 0,02$. A variável $sign$ é o sentido de mudança de preço, definido pela seguinte equação:

$$(1.8) \quad sign_{t,i} = \frac{|d_{t,i} - d_{t-1,i}|}{d_{t,i} + d_{t-1,i}}$$

Sendo d_i a demanda da empresa i no período de tempo especificado na equação. Se $d_t > d_{t-1}$, então a variável apresenta o valor $sign = 1$, e a variação de preços do produto ofertado pela firma i será positivo.

Foram introduzidos valores mínimos estabelecidos para preço e demanda por parte das empresas, na forma que segue:

$$(1.9) \quad \text{se } d_{t,i} < \min D, \text{ então } p_{t,i} = p_{t-1,i} * (1 - sc)$$

$$(1.10) \quad \text{se } p_{t,i} < \min P, \text{ então } p_{t,i} = \min P$$

Em que $\min D$ é igual a demanda mínima exigida pela empresa e $\min P$ é o preço mínimo praticado, estabelecidos como 0,01 e 1,00, respectivamente. O preço mínimo deve ser entendido como o preço de concorrência perfeita, que iguala ao custo marginal, considerado constante. O preço inicial de todos os produtos de todas as firmas é \$4.

5.4. PARTICIPAÇÃO DE MERCADO E DEMANDA DA FIRMA

A participação de mercado de cada empresa i é definida por:

$$(1.11) \quad ms_{i,t} = \frac{d_{i,t}}{\sum_{k=1}^{N_k} d_{k,t}}$$

Em que $d_{i,t}$ é a quantidade demandada da firma i no período t e $\sum_{k=1}^{N_k} d_{k,t}$ é o somatório das vendas de todas as firmas no período t . Note que o formato do modelo define que cada firma irá ofertar um produto no mercado. Assim, a participação de mercado da firma é semelhante à participação de mercado do produto ofertado pela firma.

5.5. LUCRO, CUSTO E ESTOQUES

O lucro da firma i no período t (π_t^i) é dado por:

$$(1.12) \quad \pi_t^i = p_t^i \cdot d_t^i - c_i \cdot d_t^i$$

Em que p_t^i e d_t^i são, respectivamente, o preço e a quantidade demandada do produto da firma i na no período t e c_i o custo unitário constante de produção da firma i , definido como 1,0 para todas as firmas. Não existem estoques e tudo que é produzido é vendido ou depreciado. Esse formato apresenta simplificações modelísticas, pois o foco da análise é o processo de seleção de produtos, a inovação e a dinâmica do mercado, assim, não se requer diferenciação de custo ou gestão de estoques.

6. RESULTADOS DO MODELO

Os resultados discutidos a partir desse tópico são baseados na parametrização exposta no tópico anterior, que é apresentada no Quadro abaixo.

Quadro 2: Parametrização Inicial	
Oferta	
Número de Empresas	10
Produtos por empresa	1
y_1^i inicial (dimensão tecnológica)	0,05
Interdependência $\alpha_{i,j}$	1
Máximo global do <i>landscape tecnológico</i>	1
Δ_T	1
c_i (custo unitário)	1
Demanda	
Grupo 1 – critério dominante preço	100
Grupo 2 – critério dominante tecnologia	100
v_1^i - preço máximo / preço reserva	15
y_2^i - tecnologia mínima	0
Δ	1
τ	1
Preço	
α (variação participação mercado)	0,01
sc (variação de preço)	0,02
$p_i = y_1^i$ inicial – preço inicial	4

Fonte: Elaboração Própria.

6.1. ANÁLISE DOS PARÂMETROS DA DEMANDA (Δ e τ)

Abaixo é apresentado o primeiro resultado, a participação de mercado das firmas para a especificação sugerida na configuração inicial¹².

Pode-se notar que o mercado encontra-se distribuído de forma bastante concorrencial, com participação de mercado média de aproximadamente 10% para as firmas. Tal resultado era esperado pela configuração inicial proposta, qual seja, o consumidor não consegue distinguir a diferenciação dos produtos no mercado gerados pelas inovações das empresas porque possuem erro de percepção total em relação às características ($\Delta = 1$), além de terem tolerância plena na comparação do diferencial de atributos ($\tau = 1$). Mesmo que uma empresa consiga realizar uma inovação no seu produto, incrementando o valor da característica tecnológica (y_1^i) o consumidor não consegue acessar corretamente esse valor (v_1^i), padronizando a escolha dos produtos em um mesmo grau.

¹² Será utilizado como padrão para essa modelagem o cálculo de 300 períodos. Cabe ressaltar ainda que as simulações foram testadas para diferentes *random seed*. Apresenta-se, porém, os resultados da mesmo *random seed* para facilitar a comparação. A simulação foi realizada no programa *Laboratory of Simulation Development* (LSD)

O resultado é importante, pois aponta a relevância das informações disponibilizadas no mercado para a eficiência econômica de uma inovação. Nesta primeira simulação, as inovações não foram suficientes para a firma ter ganhos de mercado, simplesmente porque os consumidores não percebem com exatidão a superioridade desses produtos inovadores. Durante os 300 períodos de simulação, 6 inovações radicais foram realizadas por 4 firmas e 9 inovações incrementais ainda foram alcançadas por outras firmas, conforme pode ser visto na figura 2. Estas inovações serão as mesmas para todas as simulações realizadas. Como será destacada nas simulações, uma inovação radical difere de uma incremental a partir do seu impacto no mercado (variações de preços e participação de mercado da firma)¹³.

Figura 1: Simulação 1 – Participação de Mercado (configurações iniciais, $\Delta = 1$ e $\tau = 1$)

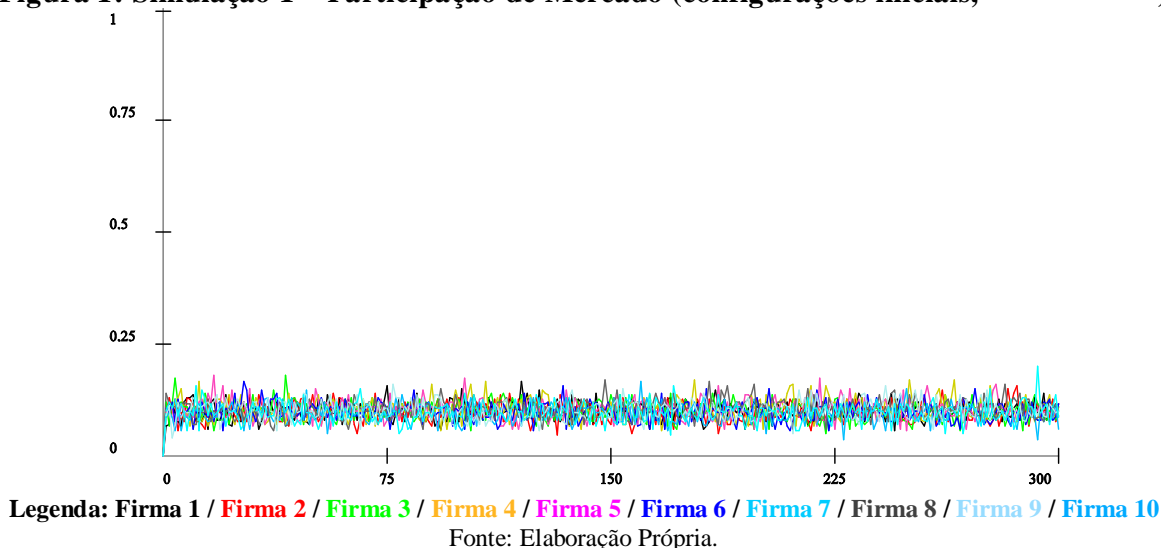
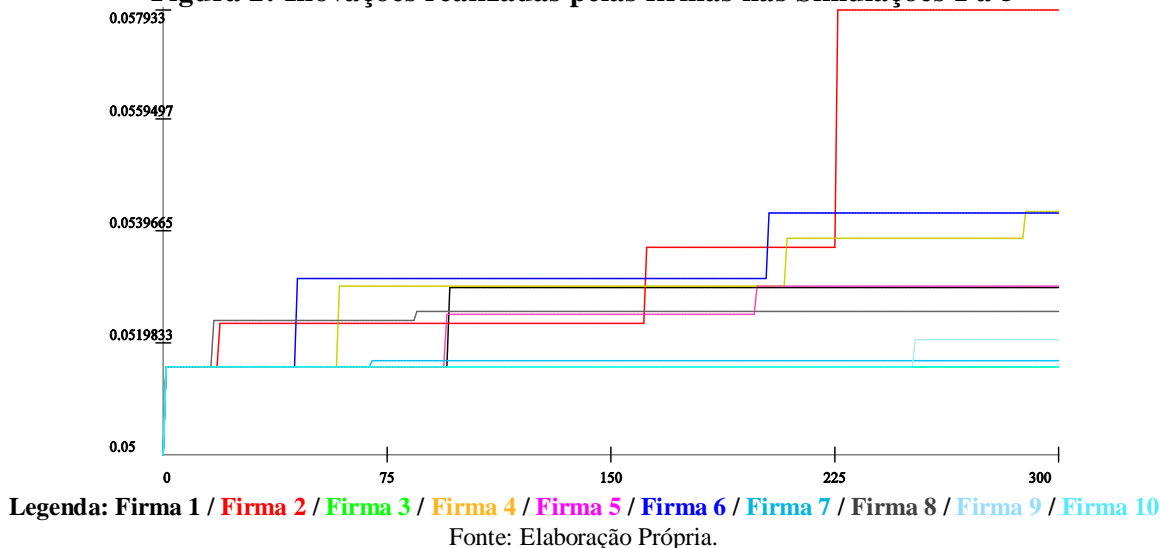


Figura 2: Inovações realizadas pelas firmas nas Simulações 1 a 5

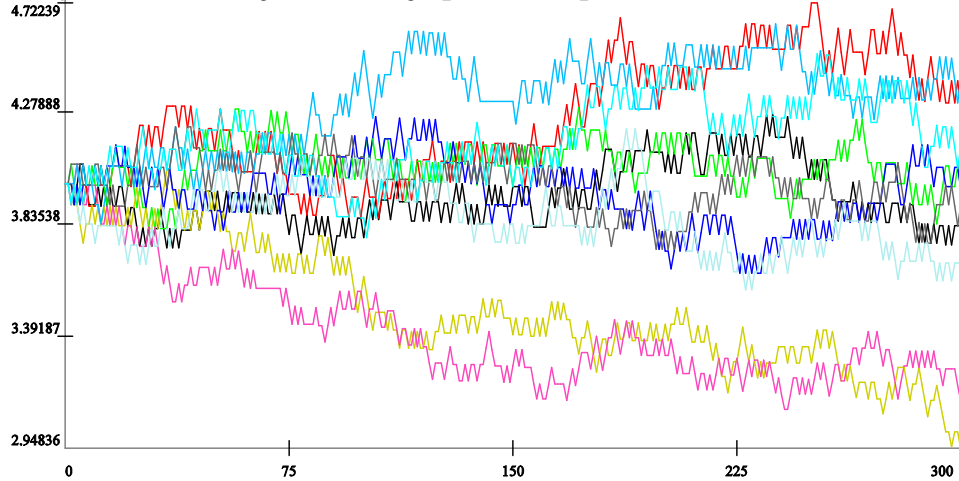


Outro resultado interessante diz respeito ao preço praticado pela firma, apresentado na figura 3. Como os consumidores não têm perfeita informação sobre as características dos produtos, a concorrência não significa necessariamente um resultado de preço igual ao custo unitário de produção. As firmas não necessariamente competem por preços na evolução dinâmica desse mercado porque os consumidores não

¹³ Todas as firmas seguem o mesmo modelo de inovação, mas algumas são capazes de inovar e modificar a participação de mercado, o nível de preços e afetar o desempenho de outras firmas. Tal impacto decorre da identificação de tal inovação por parte do consumidor, que então realoca gastos e escolhas. Portanto, classificar uma inovação como radical ou incremental só é possível *ex-post*, depois de apreciados seu impacto no mercado.

percebem corretamente os diferenciais de preços. Além disto, note que não há equilíbrio de mercado em um ponto único.

Figura 3: Simulação 1 – Preço praticado pelas firmas ($\Delta = 1$ e $\tau = 1$)

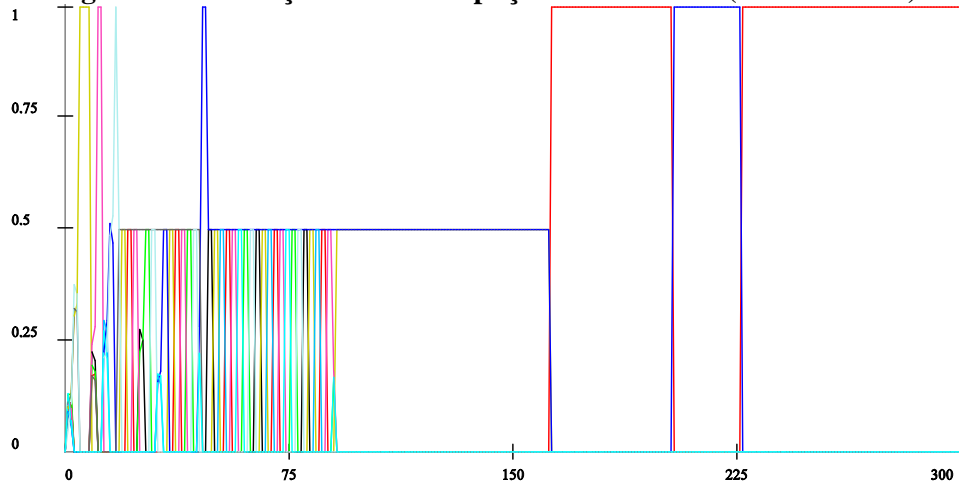


Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9 / Firma 10

Fonte: Elaboração Própria.

O mesmo resultado concorrencial não é reproduzido, contudo, quando o valor de Δ é modificado para $\Delta = 0$ (figura 4). Agora, a modelagem considera que os consumidores são totalmente tolerantes no consumo de produtos, mas possuem perfeita informação sobre as características econômicas e tecnológicas de todos os produtos ofertados.

Figura 4: Simulação 2 – Participação de Mercado ($\Delta = 0$ e $\tau = 1$)



Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9 / Firma 10

Fonte: Elaboração Própria.

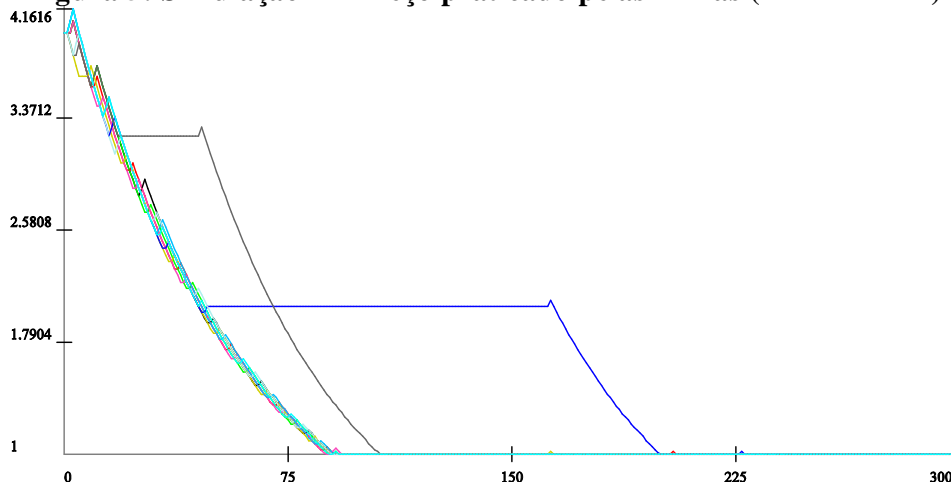
Com os erros de percepção extinguidos, os consumidores agora podem acessar corretamente todas as características dos produtos ($v_x^i = v_x^i$), conseguindo estabelecer de maneira perfeita uma ordenação de preferência. Mesmo com algumas inovações realizadas por empresas entre o período zero e o período 80, não há uma inovação radical que possa distinguir uma única empresa como superior em relação às demais, de forma que as firmas estabelecem uma competição pelo mercado com alternância de dominância em uma disputa estabelecida pelo preço, conforme apresentado na figura 5.

Contudo, a partir do período 80, a inovação realizada por duas firmas – firmas 4 e 6 – garantem às mesmas uma diferenciação de seus produtos, obtendo vantagem na participação de mercado por um período prolongado de tempo, como pôde ser evidenciado na figura 4. Na figura 4 temos a participação de mercado de 50% da firma 6 e 4 aproximadamente entre o período 100 a 160. Essa vantagem só será perdida quando outra firma – no caso específico da análise, a firma 2 – alcançar outra nova inovação radical, estabelecendo a nova liderança de mercado, agora com liderança plena, na configuração de um monopólio temporário.

Esse monopólio temporário foi alcançado pela inovação alcançada pela firma 2 na sua característica tecnológica, que estabeleceu uma diferença significativa de seu produto em relação aos demais concorrentes. Até então, as inovações realizadas pelas empresas não eram plenamente acessadas pelos consumidores como uma diferenciação plena em relação às demais inovações devido ao nível de tolerância do consumidor na análise das características dos produtos; dada a tolerância dos consumidores na consideração do diferencial entre preços e característica tecnológica, alguns produtos puderam ser classificados como substitutos perfeitos.

Quando a firma 2 estabelece essa inovação radical, os consumidores acessam essa modificação no parâmetro tecnológico como um produto superior aos demais, conformando o monopólio da empresa. Esse resultado só é modificado quando a firma 6 inova novamente, aproximadamente no período 200, retomando completamente o mercado. Esse resultado é alcançado pois essa nova inovação da firma 6 também diferencia seu produto plenamente em relação aos demais. Por fim, a empresa 2 alcança novamente o monopólio com outra inovação radical no final da simulação.

Figura 5: Simulação 2 – Preço praticado pelas firmas ($\Delta = 0$ e $\tau = 1$)



Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9 / Firma 10

Fonte: Elaboração Própria.

Outro resultado importante é que após aproximadamente o período 80, quando os preços igualam o preço mínimo, há oferta no mercado apenas das empresas com produtos com o nível de característica tecnológica elevada. Empresas que não realizaram nenhuma modificação na característica tecnológica do seu produto, ou que realizaram inovações apenas incrementais, não conseguem permanecer no mercado. O entendimento desse resultado é simples: sendo o preço praticado por todas as empresas igual ao custo unitário de produção, o consumidor irá sempre preferir a firma inovadora radical no seu processo decisório de compra.

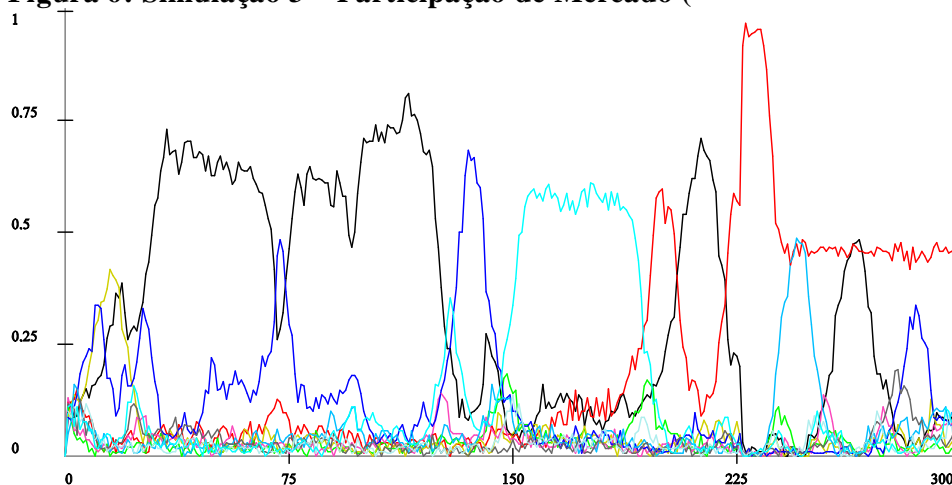
Esse é um resultado oposto à competição de mercado que tinha sido alcançada na figura 1, de alto nível concorrencial para um tipo de oligopólio com alto grau de concentração, ou até mesmo monopólio – apenas com a suposição de perfeita informação dos consumidores sobre a qualidade dos produtos. Em um mundo com simetria informacional para consumidores e esforço inovativo assimétrico por parte das empresas, uma estrutura de mercado muito concentrada seria bastante usual quando na presença de simetria de preços.

A questão, porém, é que os resultados apresentados nos exemplos acima podem ser considerados excepcionais e polares (extremamente concentrado ou extremamente concorrencial, total tolerância e nenhuma tolerância etc). É razoável supor que os consumidores possuam alguma tolerância sobre o consumo de produtos com características próximas ($\tau \neq 1$), mas não tolerância total sobre todos os tipos de produtos e, também, que exista algum erro de percepção sobre essas características ($\Delta \neq 0$). A magnitude que se impõe a esses parâmetros deve ser considerada para cada caso. Para o momento serão propostos valores ilustrativos.

Para a simulação representada pela figura 6 foi permitida tolerância sobre o nível de produtos e algum erro de percepção. Mesmo que o erro de percepção considerado seja pequeno, pode-se notar uma dinâmica oligopolista e instável. Essa dinâmica ainda denota importância para as inovações radicais, mesmo que existam erros de percepção e tolerância.

A importância das inovações, contudo, é minorada, se comparada à figura 4. A inovação da empresa 6 entre o período 40 e 160 não significou grande melhoria em sua participação de mercado para o mesmo período, porque essa inovação radical não apresentou um produto com características tecnológica muito superior aos demais: os erros de percepção e a tolerância dos agentes às características são maiores do que a inovação realizada. Em grande parte desse período, a liderança de mercado foi estabelecida pela firma 1, que praticou preços mais competitivos, conforme pode ser evidenciado pela análise da figura 7.

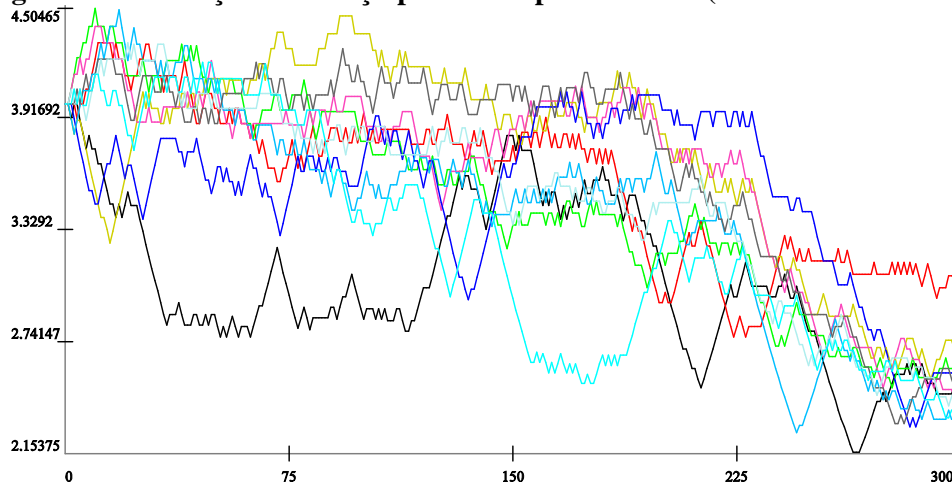
Figura 6: Simulação 3 – Participação de Mercado ($\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.90$)



Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9 / Firma 10

Fonte: Elaboração Própria.

Figura 7: Simulação 3 – Preço praticado pelas firmas ($\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.90$)



O mesmo não ocorre na inovação de mercado realizada pela empresa 2 no fim da simulação. Nesse caso, o valor da característica tecnológica foi significativamente melhorado, sendo suficiente para garantir a essa empresa a liderança de mercado. Cabe lembrar, porém, que o erro de percepção dos agentes demandantes e a tolerância em relação a produtos considerados similares não permitiram que as empresas inovadoras obtivessem toda a fatia de mercado. As demais empresas continuaram a operar com participação significativa de mercado após essas inovações radicais, mesmo que muitas vezes perdendo uma boa parte do mercado para tais empresas inovadoras.

Erros de percepção e tolerância por parte dos consumidores tendem a diminuir a oportunidade de ganhos das firmas via inovação, pois diminuem a diferenciação dos produtos. É verdade, contudo, que esses parâmetros não devem ser considerados constantes. Principalmente em casos de consumo frequente de produtos, pois o aprendizado adquirido pelos consumidores diminui o erro de percepção na avaliação dos atributos e a fidelização – em casos de aceitação do produto adquirido – diminui a tolerância na comparação da oferta. Valente (2012) apresenta uma análise bastante explicativa em relação a essa questão. Além disso, este movimento de “correção de erros” dos consumidores ocorre também com as firmas, que mimetizam o sucesso de suas concorrentes através da imitação de produtos.

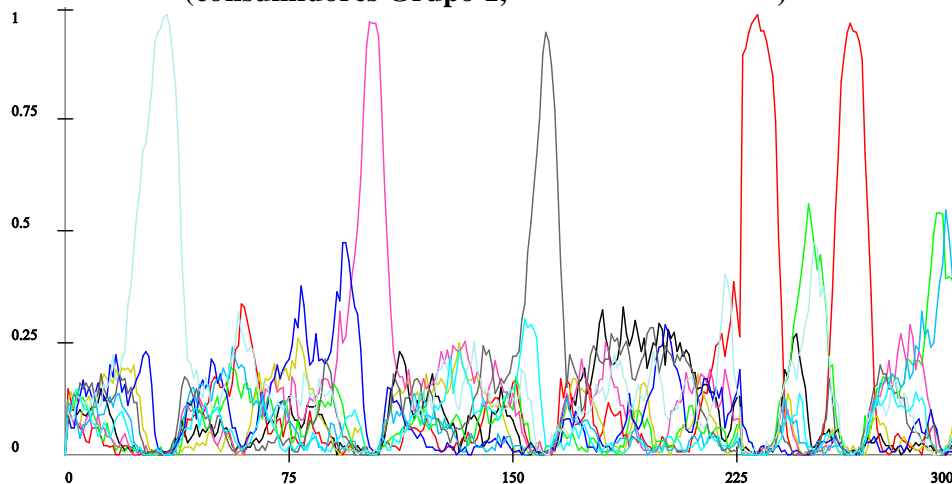
As empresas cabe, portanto, a sinalização dos atributos diferenciados de seus produtos aos consumidores, no intuito de acelerar os ganhos provenientes da inovação alcançada; disso decorre a importância do treinamento de equipes de vendas e das estratégias de *marketing*. Em um jargão popular, poderia se dizer que “não basta fazer melhor, precisa mostrar que é melhor”.

6.2. ANÁLISE DAS PREFERÊNCIAS DO CONSUMIDOR

Nas configurações iniciais da simulação estabeleceu-se simetria entre as duas classes da demanda, ou seja, existe um mesmo número de consumidores que possui preferência em relação ao preço e que possui preferência em relação aos atributos tecnológicos de qualidade (parametrizados em 100 consumidores para cada classe). Nesse tópico realizar-se-ão alguns testes analisando como a modificação dessa simetria influencia os resultados de mercado. Para proceder com essa análise, serão definidos valores de Δ e τ como os utilizados na simulação da figura 6 ($\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.90$).

Suponha inicialmente que existam apenas consumidores do grupo 1, que ordenam suas compras baseados primeiramente no preço dos produtos ofertados. Cabe lembrar que tal suposição significa que agora o grupo 1 possui 200 consumidores e o grupo 2 não consumidores. Essa análise é apresentada na figura 8.

**Figura 8: Simulação 4 – Participação de Mercado
(consumidores Grupo 1, $\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.90$)**

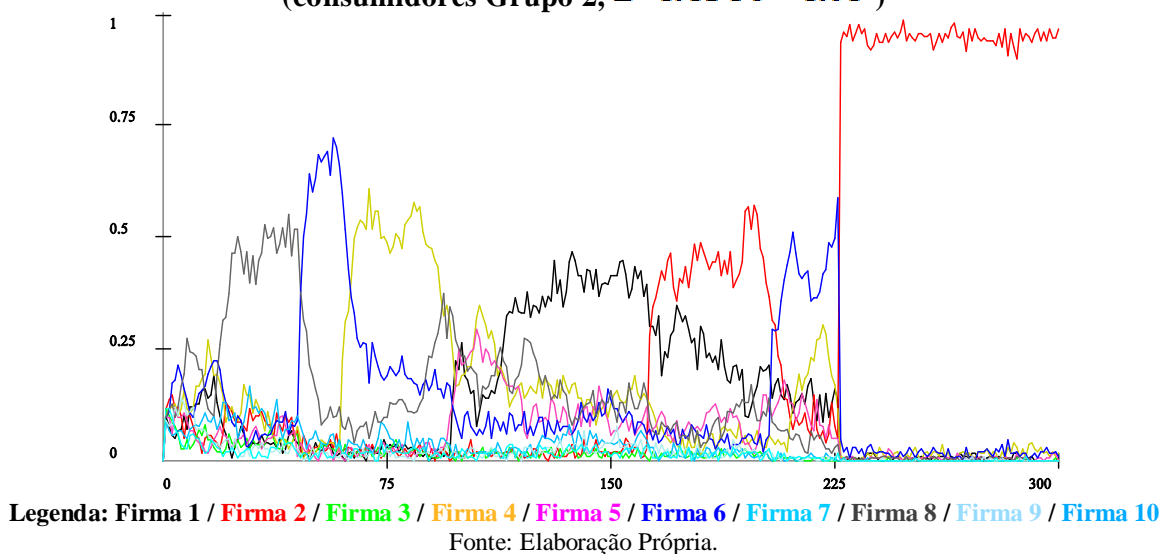


Nesse caso, pode-se notar que a dinâmica de mercado em relação às firmas que realizam inovação tende a ser mais competitiva, pois os consumidores estão mais propensos a considerar o preço na decisão de compra. O mercado se mostra menos volátil a choques de inovações, com um padrão mais próximo à concorrência; quando alguma das empresas consegue uma inovação, a fatia de mercado alcançada por essa diferenciação é menor que a conseguida quando existiam consumidores que levavam em consideração primeiramente o atributo tecnológico.

Resultado diametralmente oposto é alcançado quando se considera demanda realizada só pelo grupo 2, como aponta a figura 9.

Agora a percepção das inovações de mercado é potencializada pela preferência dos consumidores em basear sua escolha no atributo tecnológico. Como a definição de preços fica em segundo plano, mesmo que os preços dos produtos tenham variação para compensar a variação na participação de mercado, os consumidores balizam sua escolha com maior relevância ao conteúdo inovativo das empresas. As inovações radicais realizadas pelas firmas 2, 4 e 6 durante a simulação geram maior participação no mercado destas empresas.

**Figura 9: Simulação 5 – Participação de Mercado
(consumidores Grupo 2, $\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.90$)**



Essa comparação deixa clara a relevância de tornar a preferência dos consumidores baseada em atributos tecnológicos e/ou de qualidade em detrimento aos preços, notadamente em análises de mercado oligopolistas. Levar os consumidores a escolher baseado nesses atributos garante maior relevância das estratégias tecnológicas em relação aos ganhos de mercado. Novamente utilizando um jargão popular, seria uma estratégia do tipo “não basta fazer melhor, precisa fazer o comprador gostar do melhor”.

6.3. COMPARATIVO DE RESULTADOS

Para um efeito comparativo das simulações é apresentada a tabela 1. Na tabela são apresentadas informações sobre índice Hirschman-Herfindahl de concentração industrial, participação média de mercado, preço médio e lucro médio para uma classificação de empresas que define “Empresas Inovadoras Radicais” e “Demais Empresas” (que não estabeleceram inovação radical). Como foi observado na figura 2, as empresas que estabeleceram inovação radical foram as empresas 2, 6, 8 e 10.

As informações contidas na tabela refletem alguns resultados usuais associados ao estudo de estruturas de mercado. Dentre esses, pode-se destacar a concentração de mercado, refletida pela análise do índice HH, que aumenta conforme é considerada pelos consumidores a característica tecnológica dos produtos. Quando os consumidores conseguem identificar/classificar a diferenciação de produto por parte

de empresas inovadoras, isso se traduz em mercados com maior grau de oligopolização, resultado este corroborado pela análise da participação de mercado média de empresas inovadoras radicais e demais empresas.

Ainda, os resultados classificados por tipo de empresas diferem bastante para as distintas simulações. Como pode ser notado, quando os consumidores acessam e consideram com maior acurácia as características dos produtos ou quando eles têm preferência revelada pela característica tecnológica os resultados de empresas inovadoras radicais sobre preço e lucro tendem a ser melhores *vis a vis* os resultados da simulação 1 (padrão concorrencial).

Esse resultado não é válido, contudo, para a simulação 2 (Figura 4), que representa uma estrutura de monopólio, visto que a erosão de preços causada pela concorrência nos períodos iniciais determina resultados piores para as firmas inovadoras no decorrer da simulação. Trata-se de um caso na qual o conhecimento das características dos produtos por parte dos consumidores estabelece um nível competitivo elevado nos períodos iniciais, quando a diferenciação de qualidade é pequena. Assim, quando as inovações tornam-se importantes e promulgadoras de diferenciação de produtos, o nível de preços e rentabilidade do mercado já se encontra em um patamar baixo, se comparado às demais simulações.

Tabela 1: Comparativo de Resultados entre as Simulações

Simulação	Padrão estilizado	Variáveis	Firmas inovadoras radicais	Demais Firmas	Firmas inovadoras radicais	Demais Firmas
			Valores reais		Comparação % em relação a Sim1	
Sim 1	Concorrência Perfeita	Índice HH indústria médio	0,105		-	
		Part. Mercado média	0,102	0,098	-	-
		Preço médio	3,82	4,01	-	-
		Lucro médio	57,50	59,29	-	-
Sim 2	Monopólio	Índice HH indústria médio	0,737		605%	
		Part. Mercado média	0,344	0,038	238%	-61%
		Preço médio	1,57	1,40	-59%	-65%
		Lucro médio	24,83	7,68	-57%	-87%
Sim 3	Oligopólio Dois grupos de consumidores	Índice HH indústria médio	0,372		256%	
		Part. Mercado média	0,158	0,084	56%	-14%
		Preço médio	3,57	3,47	-6%	-13%
		Lucro médio	72,50	35,28	26%	-40%
Sim 4	Oligopólio Consumidor prefere preço	Índice HH indústria médio	0,286		173%	
		Part. Mercado média	0,109	0,097	7%	-1%
		Preço médio	2,95	2,62	-23%	-35%
		Lucro médio	36,78	33,25	-36%	-44%
Sim 5	Oligopólio Consumidor prefere tecnologia	Índice HH indústria médio	0,422		304%	
		Part. Mercado média	0,230	0,067	127%	-32%
		Preço médio	4,25	3,35	11%	-16%
		Lucro médio	145,08	36,50	152%	-38%

Fonte: Elaboração própria.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo discutiu a relação entre a demanda e a inovação em um modelo no qual é considerada a heterogeneidade dos consumidores, processos de escolha e procedimentos de busca tecnológica. As

análises feitas valem-se das contribuições propostas em Valente (2012) e Valente (2014), principalmente sobre o primeiro, que faz a proposição do modelo de demanda heterogênea.

Como primeira constatação, é clara a importância da informação e do processo de escolha na conformação da demanda. Pode-se constatar que a impossibilidade dos consumidores em acessar corretamente as informações de mercado, ocasionada pelos altos custos de deliberação propostos no modelo de heterogeneidade, afeta os resultados de mercado. Dinâmicas de concentração antagônicas – da concorrência a altos graus de oligopolização – foram alcançadas somente modificando o erro de percepção e a tolerância dos agentes no consumo dos produtos, com ênfase de importância ao primeiro parâmetro. Dessa afirmação conclui-se que os resultados das empresas apresentam dependência e distinção frente a diferentes considerações dos parâmetros nos quais os consumidores estabelecem o seu padrão de escolha. Ou seja, relevar a importância dos consumidores em modelos que tentam explicar os efeitos da inovação sobre o comportamento de mercado pode modificar dramaticamente os resultados. Essa constatação já sinaliza a relevância da consideração do “lado da demanda” na análise de mercado.

Em resumo, é importante que as empresas sinalizem os atributos diferenciados de seus produtos aos consumidores no intuito de acelerar os ganhos provenientes da inovação alcançada e disso decorre a importância de estratégias de *marketing* e do controle dos canais de distribuição. Como explicitado, entendemos que “não basta fazer melhor, precisa mostrar que é melhor”, ou seja, requer uma interação consumidor-produtor em ambientes com forte inovação tecnológica. Além disso, a análise da diferenciação das preferências dos consumidores aponta para a importância de influenciar consumidores nos critérios de escolha. Novamente, utilizando um jargão popular, seria uma estratégia do tipo “não basta fazer melhor, precisa fazer o comprador gostar do melhor”.

Cabe ressaltar que os resultados aqui observados são preliminares. Algumas simplificações consideradas no escopo do modelo podem ser desenvolvidas, com vistas a permitir o aprofundamento do conhecimento sobre a questão. De qualquer modo, as constatações extraídas permitem concluir que a consideração da heterogeneidade da demanda em modelos setoriais é importante, principalmente ao se tratar arranjos industriais com relações tecnológicas complexas.

BIBLIOGRAFIA

- AKERLOF, G. A., "The Market for 'Lemons': Quality Uncertainty and the Market Mechanism." *Quarterly Journal of Economics*, 84(3), pp. 488-500, 1970.
- ARTHUR, W. B. (1994). Inductive Reasoning and Bounded Rationality. *The American Economic Review*, vol.84, n.2, may, 406-411.
- AVERSI, R., DOSI, G., FAGIOLO, G., MEACCI, M., OLIVETTI, C., (1999) Demand Dynamics With Socially Evolving Preferences. *Industrial and Corporate Change*, 8(2), 353-408.
- CAVES, R. E. & PORTER, M. E. (1977). "From Entry Barriers to Mobility Barriers: Conjectural Decisions and Contrived Deterrence to New Competition". *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 91, No. 2. (May, 1977), pp. 241-262.
- GIGERENZER, G. (2000), *Adaptive thinking: Rationality in the real world*, Oxford University Press.
- GIGERENZER, G. & GOLDSTEIN, D. (1996), "Reasoning the Fast and Frugal Way: Models of Bounded Rationality", *Psychological Review*, 103(4), pp. 650–69.
- GIGERENZER, G., SELTEN, R., eds. (2000) *Bounded rationality: The adaptive toolbox*, MIT Press.
- KAUFFMAN, S. A., (1993) *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*, Oxford University Press, 1993.
- LUNDVALL, B (1988) Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In: DOSI, G et al. (eds) *Technical change and economic theory*. Pinter, London.
- MALERBA, F., NELSON, R., ORSENIGO, L., WINTER, S. (2007) Demand, innovation, and the dynamics of market structure: The role of experimental users and diverse preferences. *Journal of Evolutionary Economics*, 17, 371-399.

- METCALFE, J. S. (2001) Consumption, preferences, and the evolutionary agenda. *Journal of Evolutionary Economics*, 11(1), pp. 37-58.
- NELSON, P. (1970). Information and Consumer Behaviour, *Journal of Political Economy*, 78(2), pp. 311-329.
- NELSON, P. (1974). Advertising as Information. *The journal of political economy*, 82.4, 729-754.
- NELSON, R. (2013) Demand, supply, and their interaction on markets, as seen from the perspective of evolutionary economic theory. *Journal of Evolutionary Economics*, 23, 17-38.
- NELSON, R., CONSOLI, D. (2010), "An evolutionary theory of household consumption behavior", *Journal of Evolutionary Economics*, 20(5), pp. 665-87.
- OLSHAVSKY, R. W., GRANBOIS, D. H. (1979). Consumer Decision Making – Fact or Fiction? *Journal of Consumer Research*, 6, 93-100.
- PORTER, M. E. (1979) "How competitive forces shape strategy", *Harvard business Review*, March/April 1979.
- PORTER, M. E. (1980) *Competitive Strategy*, Free Press, New York, 1980.
- SAVIOTTI, P. P. (2001) Variety, Growth and Demand. *Journal of Evolutionary Economics*, 11(1), pp. 119-142.
- SIMON, H. A. (1955). A Behavioral Model of Rational Choice. *The Quarterly Journal of Economics*, v.69, n.1, (feb.1955), pp. 99-118.
- SIMON, H. A. (1976). From Substantive to Procedural Rationality. In.: LATSIS, S. J. (ed.), *Method and Appraisal in Economics*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 129-148.
- SIMON, H. A. (1978) Rationality as process and as product of thought. *American Economic Review*, 68(2), pp. 1-16.
- SIMON, H. A. (1979). Rational Decision Making in Business Organizations. [Nobel Memorial Lecture], *American Economic Review*, 69(4), September, pp. 493-513.
- SLOVIC, P. (1990) Choice. In.: Osherson, D. N., Smith, E. E. (eds) *An Invitation to Cognitive Science*. MIT Press: Cambridge, MA.
- STIGLER, G. (1961) The economics of information, *Journal of Political Economy*, 69/3: 213-25.
- THALER, R. H (1992) *The Winner's Curse: Paradoxes and Anomalies of Economics Life*. Free Press: New York.
- TVERSKY, A., KAHNEMAN, D. (1986). Rational Choice and the Framing of Decisions. *Journal of Business*, 59, 251-278.
- VALENTE, M. (2012). Evolutionary Demand: a Model for Boundedly Rational Consumers. *Journal of Evolutionary Economics*. 22, 1029-1080.
- VALENTE, M. (2014). An NK-like Model for Complexity. *Journal of Evolutionary Economics*. 24, 107-134.
- WILLIAMSON, O. E. (1989). "Transaction Cost Economics", in *Handbook of Industrial Organization*, Volume I, Edited by R. Schmalensee and R.D. Willing, Elsevier Science Publishers.
- WINDRUM, P., BIRCHENHALL, C. (1998). Is product life cycle theory a special case? Dominant designs and the emergence of market niches through coevolutionary-learning. *Structural Change and Economic Dynamics*, 9, 109-134.
- WINDRUM, P., CIARLI, T., BIRCHENHALL, C. (2009), Consumer heterogeneity and the development of environmentally friendly technologies, *Technological Forecasting and Social Change*, 76(4), pp. 533-51.