



TEXTO PARA DISCUSSÃO N° 485

**CONSIDERAÇÕES SOBRE A RELAÇÃO DEMANDA-INOVAÇÃO
EM UM MODELO EVOLUCIONÁRIO**

**Thiago Caliri
Marco Valente
Ricardo Machado Ruiz**

Junho de 2013

Universidade Federal de Minas Gerais
Clélio Campolina Diniz (Reitor)
Rocksane de Carvalho Norton (Vice-reitora)

Faculdade de Ciências Econômicas
Reynaldo Maia Muniz (Diretor)
Paula Miranda-Ribeiro (Vice-diretora)

Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar)
Hugo Eduardo Araújo da Gama Cerqueira (Diretor)
Cássio Maldonado Turra (Vice-diretor)
Simone Wajman (Coordenadora do Programa de Pós-graduação em Demografia)
Frederico Gonzaga Jayme Jr. (Coordenador do Programa de Pós-graduação em Economia)
Eduardo Luiz Gonçalves Rios-Neto (Chefe do Departamento de Demografia)
Ana Maria Hermeto Camilo de Oliveira (Chefe do Departamento de Ciências Econômicas)

Editores da série de Textos para Discussão
Dimitri Fazito de Almeida Rezende (Demografia)
Gustavo Britto (Economia)

Secretaria Geral do Cedeplar
Maristela Dória (secretária-geral)
Simone Basques Sette (editoração)

<http://www.cedeplar.ufmg.br>

Textos para Discussão

A série de Textos para Discussão do Cedeplar tem o objetivo de divulgar resultados preliminares de estudos desenvolvidos no âmbito do Cedeplar. Os Textos para Discussão do Cedeplar começaram a ser publicados em 1970 e têm se destacado pela diversidade de temas e áreas de pesquisa.

Ficha Catalográfica

C153c 2013	Caliari, Thiago. Considerações sobre a relação demanda-inovação em um modelo evolucionário / Thiago Caliari, Marco Valente, Ricardo Machado Ruiz. - Belo Horizonte : UFMG/CEDEPLAR, 2013. 26 p. : il. - (Texto para discussão, 485) Inclui bibliografia. 1.Economia evolucionária. 2. Demanda (Teoria economica) I.Valente, Marco. II. Ruiz, Ricardo Machado. III.Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional. IV.Título. V.Série. 330.1
---------------	---

Elaborada pela Biblioteca da FACE/UFMG - JN
053/2013

As opiniões contidas nesta publicação são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo necessariamente o ponto de vista do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), da Faculdade de Ciências Econômicas ou da Universidade Federal de Minas Gerais. É permitida a reprodução parcial deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções do texto completo ou para fins comerciais são proibidas.

Opinions expressed in this paper are those of the author(s) and do not necessarily reflect views of the publishers. The reproduction of parts of this paper or of data therein is allowed if properly cited. Commercial and full text reproductions are strictly forbidden.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL**

**CONSIDERAÇÕES SOBRE A RELAÇÃO DEMANDA-INOVAÇÃO
EM UM MODELO EVOLUCIONÁRIO**

Thiago Caliari

Professor Assistente (ICSA-Unifal/MG)
Doutorando em Economia (CEDEPLAR/UFMG)

Marco Valente

Professor Associado (University of L'Aquila, Itália)

Ricardo Machado Ruiz

Professor Adjunto (CEDEPLAR/UFMG)

**CEDEPLAR/FACE/UFMG
BELO HORIZONTE
2013**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. A TEORIA EVOLUCIONÁRIA: COMPLEXIDADE INOVATIVA E O PAPEL DA DEMANDA.....	7
3. COMPLEXIDADE INOVATIVA: O MODELO PSEUDO-NK (PNK) DE VALENTE (2008).....	9
4. A HETEROGENEIDADE DA DEMANDA: O MODELO TAKE-THE-BEST (TTB) DE VALENTE (2012)	12
5. O MODELO E SEUS RESULTADOS	16
Condições da oferta	16
Condições da demanda	17
Análise dos parâmetros da demanda ($\Delta e \tau$)	17
Análise das preferências do consumidor	21
CONCLUSÕES	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

RESUMO

O presente trabalho se propõe a estudar a relação entre a heterogeneidade da demanda e as inovações realizadas por firmas. Através das contribuições anteriores de Valente (2008) e Valente (2012) pretende-se apresentar como a influência de consumidores heterogêneos quanto a suas percepções, tolerâncias e preferências podem modificar o resultado de mercado – especificamente sobre *market-share* – frente a empresas que realizam inovação com frequência. Os resultados mostram que pode ser relevante uma maior consideração do “lado da demanda” nas análises do “lado da oferta”, principalmente naquelas que envolvem mudança tecnológica, justamente o intuito de modelos evolucionários.

Palavras-chave: modelo evolucionário, demanda, heterogeneidade, inovação.

ABSTRACT

This work aims to study the relationship among heterogeneity of demand and innovation taken by firms. Through the contributions of previous works – Valente (2008) and Valente (2012) – it is intended show how the influence of heterogeneous consumers regarding its perceptions, tolerances and preferences can modify market results – specifically on market share – of firms seeking innovation. The results show that can be relevant a better consideration of the “demand side” in “supply side” analysis, mainly the ones that consider technological change, as in evolutionary models.

Key-words: evolutionary model, demand, heterogeneity, innovation.

JEL: C63, L22, O33

1. INTRODUÇÃO

O interesse dinâmico dos estudos evolucionários frequentemente tem apresentado uma análise baseada no “lado da oferta”; a explicação sobre os determinantes do sucesso ou fracasso das firmas geralmente são delegados às estratégias competitivas adotadas na interação coevolutiva desses agentes, sendo dentre estas a mais importante o esforço tecnológico. Nesse caminho, relevância marginal tem sido atribuída à demanda, sendo esta muitas vezes utilizada de forma exógena, seguindo os mesmos pressupostos de homogeneidade atribuídos à ortodoxia econômica. Em grande parte dos modelos evolucionários essa simplificação é justificada, a depender do fenômeno econômico ao qual tal modelo se propõe a explicar.

Outras tantas vezes, porém, torna-se interessante a utilização de uma demanda mais sofisticada, pois é sabido que com frequência esta influencia a inovação realizada pelas firmas; em mercados onde os consumidores são mais exigentes, possuindo maior percepção na qualidade dos produtos, a posição das firmas normalmente é a de realizar inovações direcionadas para as características mais exigidas pelos demandantes, identificadas através de observações empíricas e estratégias de marketing; a identificação de requisitos mínimos exigidos pelo consumidor normalmente também influenciam a inovação de produtos; inovações bastante satisfatórias podem determinar novo comportamento do consumidor, diferenciando plenamente seu produto dos demais.

Esse trabalho visa, de maneira ainda preliminar, apresentar como a consideração da heterogeneidade da demanda pode influenciar o resultado final de mercado frente a qualquer esforço tecnológico realizado pelas firmas. Para tal propósito, serão utilizados dois modelos específicos propostos em Valente (2008) e Valente (2012); o primeiro trata da complexidade inovativa em um modelo denominado *pseudo*-NK – predecessor do famigerado modelo NK de Kauffman (1993) –, e o segundo trata da heterogeneidade da demanda através da estratégia *Take-the-best* (TTB). A coadunação do trabalho entre os dois modelos é interessante pela capacidade de se trabalhar com diferentes características atribuídas aos produtos ofertados nas duas especificações, criando um *link* interessante entre os aspectos da oferta e a percepção desses aspectos pela demanda.

O presente trabalho possui outras cinco seções, além desta. Na próxima seção, é discutida de maneira sucinta a teoria evolucionária e suas pressuposições. Na seção 3, é apresentado o modelo *pseudo*-NK de Valente (2008), sendo seguido do modelo de heterogeneidade da demanda de Valente (2012) na seção 4. Após, o modelo é discutido e apresentado alguns de seus resultados (seção 5), terminando o artigo com as conclusões. Cabe lembrar que todo o trabalho aqui realizado é preliminar, fazendo parte de um esforço maior de modelagem setorial. Assim, o objetivo da apresentação é justamente o de suscitar discussões e levantar críticas e sugestões para o aprimoramento do mesmo.

2. A TEORIA EVOLUCIONÁRIA: COMPLEXIDADE INOVATIVA E O PAPEL DA DEMANDA

Um estudo evolucionário tem como objeto de interesse a dinâmica econômica, a coevolução de estruturas e agentes em ambientes de mercado. Basicamente, a questão recai sobre o determinante do sucesso ou fracasso da firma e de como esses resultados estão interligados pela interdependência das decisões tomadas pelos agentes. Para esse fim tornou-se usual a focalização de modelos evolucionários no “lado da oferta”; a principal crítica do trabalho teórico precursor nesse tipo de análise (Nelson e Winter, 1982) à economia ortodoxa é a suposição da “caixa preta da análise das firmas”, do modo trivial e homogêneo como essas eram classificadas na deliberação das informações e na tomada de decisões.

É comum uma representação bastante completa das decisões da firma em três blocos¹: suas decisões contábeis, de investimento e seus esforços tecnológicos. O bloco contábil representa o conjunto de decisões de produção, preço e lucro, a estratégia de manutenção da atuação da firma no curto prazo, dada a tecnologia e o investimento realizado em períodos anteriores. O bloco de investimento apresenta a decisão da firma no que concerne ao seu padrão de crescimento no longo prazo, sendo os esforços tecnológicos, por sua vez, a possibilidade de diferenciação da firma.

Os três blocos conjuntos definem a dinâmica de crescimento da firma e, por conseguinte, do mercado. Mas, apesar dessa definição conjunta, a dinâmica *per se* acontece pelo processo de diferenciação entre as empresas, quando estas conseguem vantagens competitivas no mercado, tornado explícito nas inovações tecnológicas. Gera-se um processo retroalimentado, no qual a diferenciação via produtividade e qualidade é alcançada pela assimetria tecnológica, e essa define a competitividade industrial da firma e, conseqüentemente, seus resultados sobre *market share* e lucro (Silverberg, Dosi e Orsenigo, 1988).

Essa diferenciação tão importante nos modelos evolucionários é alcançada através da suposição da heterogeneidade dos agentes, considerada pela utilização do pressuposto teórico da racionalidade limitada (Conslik, 1996); os agentes possuem informações assimétricas, algumas publicizadas pelo mercado, outras inerentes ao seu conhecimento privado, e as utiliza através do processo decisório de *satisficing*, um jargão que indica ao mesmo tempo satisfação e suficiência: o indivíduo está satisfeito e considera suficiente o resultado de seu processo de decisão (Simon, 1996)².

Utilizando dessa fonte, o padrão de escolha nos modelos evolucionários segue a “proposição de que, no médio e curto prazo, o comportamento das firmas pode ser explicado quanto a regras e procedimentos relativamente simples” (Nelson e Winter, 1982, p. 63). Essas não são imutáveis, se transformam conforme as necessidades da firma são também modificadas, mas sempre são estabelecidas novamente pela limitada capacidade cognitiva dos agentes; a tendência é sempre

¹ Mesmo que nem sempre os modelos evolucionários sejam apresentados nesse formato fechado de blocos, a ideia sobre as equações e o comportamento das firmas segue esse padrão.

² O *satisficing* seria praticado pelos agentes econômicos pela limitação cognitiva humana, que aplica altos custos de deliberação em processos complexos, onde as alternativas são muitas e o ambiente é incerto. Hogart (1980) afirma que não é razoável que, na maioria das circunstâncias, o ser humano consiga considerar todas as alternativas. Antes disso, o processo de decisão é usualmente um processo de escolha heurística à procura de alternativas satisfatórias, que representem melhor em relação a todas às demais alternativas disponíveis. O *satisficing* assume que o tomador de decisão deseja atingir metas, e usa sua cognição tão melhor quanto possível para este fim (Simon, 1996, p.293).

estabelecer uma nova rotina pelos riscos inerentes às limitações (Simon, 1978; Dosi e Egidi, 1991; Cerqueira, 2002).

Essas regras de decisão são elencadas a partir de observações empíricas da ação das firmas nos mercados em que atuam, e apresentam distintas especificações a depender do tipo de fenômeno que se pretende explicar. Apesar disso, há uma proximidade notória no modo como são especificadas as decisões contábeis e de investimento, muito pelo aspecto determinístico dessas observações; o lucro é dado pela diferença entre receita e custo, a decisão de preços frequentemente está ligada ao poder de mercado da firma, o nível de produção responde também com a mesma frequência ao *market share* e erros de previsão (estoques) e os investimentos são constantemente dependentes dos resultados alcançados pelo lucro.

O padrão de apresentação das regras de decisão para o esforço tecnológico das firmas, porém, apresenta uma variância considerável. Alguns modelos evolucionários, a começar do modelo de Nelson e Winter (1982), utilizam regras aleatórias de esforço tecnológico, sendo os mesmos definidos apenas por uma probabilidade de sucesso correlacionada positivamente ao quantum investido em inovação. Além disso, em alguns casos a inovação padece de cumulatividade, sendo acrescida apenas pela intensidade de gastos em P&D, o que não delega influência alguma para a acumulação do conhecimento e da competência tecnológica (via geração de capacidades, *learning by doing*, etc). Assim, mesmo dado que a firma consiga incorrer em alguma inovação no período $t-1$, o conhecimento gerado por essa inovação não incorre em vantagens comparativas de apropriação tecnológica para galgar “um passo à frente” no período t (o próprio modelo de Nelson e Winter, 1982; Possas *et al*, 2001; Malerba e Orsenigo, 2002, dentre outros).

Seguidas tentativas e novas formulações têm sido apresentadas para tratar de maneira diferenciada a questão dos esforços tecnológicos (alguns exemplos são Chiaromonte e Dosi, 1993; Kwasnicki, 1996; Winter *et al*, 2000; Winter, Kaniovski e Dosi, 2003 e Sousa, 2005), muitas com sucesso satisfatório e novos *insights*. O presente trabalho tem o intuito de utilizar uma dessas proposições teóricas, ainda pouco desenvolvidas em trabalhos da área, mas muito promissora no tratamento da complexidade inovativa. Trata-se de um modelo específico e derivado do modelo NK de Kauffman (1993) intitulado *pseudo-NK*, proposto em Valente (2008), que será apresentado na próxima subseção.

Concomitantemente, pretende-se apresentar os efeitos de uma observação mais apurada sobre o papel da demanda nos modelos evolucionários. Nos modelos acima citados e na grande maioria dos demais modelos evolucionários, a demanda tem sido tratada ainda conforme o tratamento tradicional, com a homogeneidade expressa por agentes representativos e exogeneidade. Esse tipo de tratamento se justifica pela importância dada aos problemas do “lado da oferta” para o entendimento da dinâmica dos mercados. Porém, não é razoável supor que a demanda não exerça nenhuma influência sobre o nível e condições da inovação; a teorização da inovação também é baseada em inovações via processo *market-pull*, orientadas pelas necessidades de mercado expressas pela demanda e outros canais (Inno Grips, 2010).

Assim, o objetivo é incorporar uma perspectiva de modelagem da demanda baseada em modelos comportamentais tradicionais, como em Gigerenzer e Goldstein (1996), apresentado com pressupostos complementares em Valente (2012).

3. COMPLEXIDADE INOVATIVA: O MODELO PSEUDO-NK (PNK) DE VALENTE (2008)

O trabalho ao qual se propõe o artigo de Valente (2008) é específico, diferentemente dos modelos setoriais apresentados acima. Na verdade, apresenta-se como uma proposta de modelar a complexidade no processo de inovação através da proposição de um modelo autônomo chamado *pseudo-NK*, derivado do modelo NK proposto por Kauffman (1993), pretendendo incorporar os avanços deste e dar contribuições para dirimir as suas limitações.

O modelo NK foi desenvolvido na biologia por Kauffman (1993), e apresenta os efeitos provocados pela aptidão biológica dos agentes (doravante denominado *fitness*) provendo mutações genéticas³. Apesar de surgir nesse campo específico de pesquisa, o modelo NK pode ser utilizado em qualquer problema que envolva a utilização de variáveis de entrada que, através de um algoritmo de busca, gera um resultado, comumente chamado de variável de saída ou *fitness value*, sendo este o contexto inter-relacional que gera a ideia de paisagens (*landscapes*) proposta por Kauffman (1993); à presença ou ausência de uma variável de entrada – ou um conjunto destas – está associado um resultado determinístico – a variável de saída, ou *fitness value* –, sendo que as associações entre essas variáveis geram um gráfico paisagístico, com diferentes relevos e estabelecimento de vales e picos, a depender do resultado alcançado pela associação das variáveis de entrada⁴.

O modelo NK é composto por N genes com K interdependências entre os genes. Os genes, transfigurando a metáfora, personificam as características do objeto de análise e, portanto, K apresenta como essas características se inter-relacionam para gerar diferentes resultados (*fitness values*). O modelo NK é composto, destarte, por dois componentes distintos: a especificação de um problema e um algoritmo de busca escaneando o espaço de soluções potenciais. Tal problema é especificado de acordo com as características dos objetos e suas interdependências (N e K), e o algoritmo de busca será o modo utilizado pelo agente para escanear o relevo (*landscape*) em busca de aperfeiçoamento.

O agente escaneará o ambiente, este possuindo uma série de potenciais soluções binárias (0 ou 1, ausência ou presença), todas elas associadas a um determinado *fitness value*. Esse algoritmo de busca é definido como uma rotina específica, regras estabelecidas de como o agente deve se mover de um ponto para outro. Basicamente, o agente inicia o processo em um ponto do espaço de N -dimensões (normalmente escolhido randomicamente), e a partir de então escolhe aleatoriamente se mover em uma direção desse espaço binário; se essa mutação posicional gera um *fitness value* maior que o

³ Apesar de ser um modelo que se apresenta para a explicação de ambientes complexos, tem sido exitoso em suas análises por se tratar de um instrumento simples, que gera uma representação de um problema que pode facilmente ser modificado para torná-lo simples ou complicado, a depender de sua parametrização.

⁴ O estudo da complexidade por essa via demonstrou ser bastante atrativo também em diversas outras áreas do conhecimento. Como apresentado por Rivkin e Siggelkow (2002), a área das ciências sociais tem utilizado constantemente o arcabouço dos modelos NK para explicação de comportamentos econômicos e sociais, como (i) a evolução e adoção de tecnologias (Kauffman, Lobo e Macready, 1998) e (ii) o comportamento de evolução e organizações (Levinthal, 1997), dentre outros.

inicial, a nova rotina é aceita e o agente se movimenta para o novo ponto; caso contrário, a rotina é rejeitada e o agente permanece onde iniciou o processo.

A essa movimentação está associado o nível de complexidade, dado pelo papel da interdependência entre os atributos, o valor K ; se o relevo (*landscape*) tem nenhuma ou pouca interação é possível gerar problemas simples, mas o incremento do valor de K leva a soluções mais complicadas.

A atratividade desse tipo de modelo para a complexidade inovativa decorre do seu processo de busca, considerado míope e local. Local porque o processo de busca não analisa o espaço além da vizinhança, e míope porque não analisa informações passadas ou a predição de eventos futuros, tendo como foco a meta imediata. Outra característica interessante é o tratamento dado à cumulatividade tecnológica. Essa não aparece na forma de aprendizado tecnológico, mas no sentido de acumulação de resultados. O modelo NK garante ao agente um resultado pelo menos igual ao melhor alcançado no último período, ou seja, é garantido ao agente que seu aparato tecnológico será pelo menos mantido; em um contexto de aprendizado, poder-se dizer que “o que se aprendeu não se perde”, embora isso não signifique aprendizado para fazer melhor nas rodadas futuras.

Apesar dessas vantagens presentes na utilização da abordagem NK, algumas limitações têm estabelecido restrições no seu uso em diversos campos de pesquisa. Entre essas limitações, as mais latentes expressam-se na (i) interdependência binária, que não permite a criação de graus de interdependência e variedade de relacionamentos entre os elementos (a dependência entre os elementos é dada apenas no sentido de ausência ou presença); (ii) a dimensão binária, que define que as variáveis de entrada também são representadas apenas por informação binária, com valores restritos à ausência e presença destas e (iii) a aleatoriedade locacional, significando que a frequência e o nível dos picos e vales podem ser definidos pelo modelador, mas sua exata localização é definida randomicamente, mudando a cada período de tempo e a cada novo *landscape*⁵.

Essas dificuldades se mostram de forma ainda mais notória em modelos baseados em agentes, pois os resultados do modelo NK são poderosos apenas em termos estatísticos, mostrando ampla volatilidade quando observados únicos experimentos (devido à aleatoriedade do *landscape* e do ponto inicial). Além disso, a representação de problemas complexos, com grandes valores de N e K , torna-se quase impossível pela necessidade computacional imposta, muito além da capacidade atual⁶.

O modelo *pseudo*-NK, apesar do nome negativista, é proposto no trabalho de Valente (2008) como uma estratégia de replicação das propriedades úteis do modelo NK incorporadas a avanços que procuram dirimir suas limitações. Apresentamos agora as principais modificações incorporadas no modelo *pNK* utilizando a mesma notação do trabalho original.

1. *Landscape* representado por valores reais: a paisagem (*landscape*) do modelo *pNK* é composto por $\vec{x} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \in \mathbb{R}^N$, no qual o *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.

⁵ Embora não seja relevante em estudos teóricos, no estudo de ambientes específicos essa aleatoriedade e mudança ambiental a cada período de tempo pode causar sérios problemas ao modelador.

⁶ Valente (2008) aponta que um sistema composto de $N = 100$ elementos e $K = 50$ elementos requereria uma capacidade de memória de aproximadamente 6 milhões de gigabytes.

2. Determinação da paisagem (*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 *p*NK o máximo global é estabelecido pelo usuário⁷. 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 o modelador pode determinar 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 *p*NK, assim como o modelo NK, consiste de uma *fitness function* definida sobre N variáveis de entrada (dimensões) e um algoritmo de busca, gerando resultados para cada ponto da dimensão (os famigerados *fitness value*). Porém, como apresentado acima, a *fitness function* estabelecida no modelo *p*NK difere da do modelo NK no sentido que considera valores reais para as dimensões – ao contrário de valores binários –, uma função determinística – ao invés de aleatória – e diferentes níveis de interdependência – ao invés da ausência/presença desta.

O *fitness value* de um ponto com o domínio na paisagem (*landscape*) no modelo NK é a média da contribuição *fitness* das N dimensões

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

No qual $\phi_i(\vec{x})$ é a contribuição para o *fitness* de cada dimensão i . No modelo NK essa função é representada por um valor aleatório, mas no modelo *p*NK é uma função determinística definida como

$$(2) \phi_i(\vec{x}) = \text{Max} / ((1 + |x_i - \mu_i(\vec{x})|))$$

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:

$$(3) \mu_i(\vec{x}) = c_i + \sum_{j=1}^N a_{i,j} x_j$$

Os valores μ_i definem a classificação de uma meta que, quando igual a x_i , determina o maior nível de contribuição da dimensão (variável de entrada) para a *fitness function* global⁸.

A função estabelecida acima é flexível no sentido de permitir a incorporação de todas as usualidades descritas no começo da explicação do modelo *p*NK, justamente aquelas que não são

⁷ Matematicamente, o máximo acontece quando $f(\vec{x}^*) \geq f(\vec{x}), \forall \vec{x}$.

⁸ 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.

alcançadas no modelo NK. Nela é possível (i) estabelecer o valor máximo da função, (ii) o ponto de ótimo global⁹ e (iii) as interdependências entre as dimensões, variando apenas o valor de $a_{i,j}$.

Definida a função de resposta, que se estabelece bem próxima à estabelecida no modelo NK, 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;
2. Estabelecimento do valor Δ de mutação na dimensão escolhida. Esse valor Δ é estabelecido exogenamente pelo usuário, configurado para diferentes valores a depender das necessidades do modelo, podendo ser ainda implementado como uma função, em determinados casos;
3. Se o *fitness value* aumenta, move-se para o novo ponto;
4. Se o *fitness value* diminui, continua no mesmo ponto.

4. A HETEROGENEIDADE DA DEMANDA: O MODELO TAKE-THE-BEST (TTB) DE VALENTE (2012)

Os modelos evolucionários tem o intuito de suscitar discussões sobre pressupostos cruciais da teoria como a heterogeneidade dos agentes, a relevância da racionalidade limitada e o papel de regras na tomada de decisões. O que eles fazem de maneira tênue, porém, é utilizar esses pressupostos no “lado da demanda”¹⁰. O modelo *Take-the-best* procura diminuir essa distância, ao focalizar essencialmente os aspectos da demanda e como a consideração de sua heterogeneidade é importante na explicação dos resultados de mercado. A ideia é apresentar um modelo evolucionário que incorpora um algoritmo decisório baseado em racionalidade limitada que adapta características do comportamento do consumidor e que pode ser compatível tanto com estudos empíricos quanto teóricos. Com tal intuito de generalização, o trabalho se propõe a estabelecer quatro requerimentos:

1. O modelo precisa incorporar a possibilidade de o consumidor lidar com a heterogeneidade de produtos;
2. A aderência à suposição da racionalidade limitada deve estar presente. A presença da heterogeneidade dos produtos deve estar ligada à constatação de que os agentes são geralmente pouco informados sobre todas as características do produto, além de ter uma motivação baixa em investir tempo para angariar essas informações;

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

⁹ O ótimo global é definido no ponto

¹⁰ Não se deve considerar, todavia, que esforços não têm sido realizados no intuito de se estudar a relevância da demanda. O próprio texto de Valente (2012) elenca uma série de interessantes trabalhos que desenvolvem novas determinações para a escolha dos consumidores sem, contudo, ser estabelecido em algum destes um modelo generalizado do comportamento da demanda (exceção feita ao texto de Nelson e Consoli (2010), conforme destacado pelo próprio autor).

3. Flexibilidade e facilidade de uso, permitindo a análise de mecanismos gerais de resultados. Diferentes consumidores podem comportar-se de diferentes maneiras, a depender de seu histórico de consumo, interesses, frequência, entre outros; e
4. Talvez o mais importante requerimento para se proceder com uma análise empírica seja o da observação e estimação dos principais recursos do modelo.

O modelo considera que os consumidores tem a tarefa de realizar compras de forma a preencher suas necessidades em meio a uma gama de produtos ou serviços alternativos. Esses produtos possuem características específicas e distintas, e tais serão representadas por vetores, como na tabela abaixo.

TABELA 1
Especificações do Modelo de demanda

	Característica 1	Característica 2	...	Característica m
Produto A	v_A^1	v_A^2	...	v_A^m
Produto B	v_B^1	v_B^2	...	v_B^m
...
Produto N	v_N^1	v_N^2	...	v_N^m

Fonte: Elaboração dos autores.

O valor genérico v_X^i é o valor da característica i referente ao produto X , que pode ser entendido como a qualidade que o produto oferece em relação àquela determinada característica. Pode ser considerado internamente a essa classificação um ordenamento de preferências: um produto X pode ser classificado como superior, inferior ou equivalente a outro produto Y em respeito a uma característica específica¹¹.

Os consumidores baseiam suas decisões na comparação dos produtos disponíveis em respeito a uma única característica. Assim, o algoritmo requer que seja identificado apenas o melhor produto – ou melhores – em relação a essa única dimensão. Essa tomada de decisão, porém, tem efeito após os consumidores realizarem três passos precedentes de análise, durante o qual eles transformam os dados disponíveis em informação privada pessoal. O primeiro passo consiste na percepção dos valores das características, sendo então utilizados os próximos dois passos, a avaliação de demais produtos equivalentemente ótimos e a identificação de produtos acessíveis, para basear a escolha.

O primeiro passo para a escolha, traduzido na percepção do valor por parte dos consumidores, envolve diferenças na competência das observações. É considerada a possibilidade dos consumidores terem diferentes habilidades e histórico de competência na avaliação e, devido a isso, cometerem erros

¹¹ A suposição requerida é que haja a possibilidade de ordenação das preferências do consumidor apenas de maneira ordinal, não sendo necessário estabelecer valores reais para uma classificação cardinal. Mesmo assim, as características são indicadas com valores reais no modelo como uma forma de simplificação da notação e implementação, embora o algoritmo de decisão apenas faça uso da classificação ordinal.

na comparação entre os produtos. Para isso existe uma série de motivações: a inexperiência do consumidor em relação ao conhecimento de determinada tecnologia; dificuldade de acessar algumas qualidades no momento da compra, sendo evidente apenas após o uso do produto; o consumidor pode considerar muito trabalhoso realizar uma pesquisa extensa para acessar a exata qualidade do produto; vendedores relutantes a realizar informações detalhadas do produto de venda, entre outros.

A implementação desses erros de percepção é feita através da probabilidade com que cada produto disponível é julgado o melhor em respeito a dada característica. Essa probabilidade pode ser coletada em pesquisas empíricas de comportamento do consumidor, ou julgada *ad hoc* de acordo com as características do tipo de demanda. Pode-se esperar que o erro de percepção seja menos provável quanto maior a distância entre os valores das características dos produtos e quanto maior a habilidade do consumidor em acessar as características dos produtos.

Dada a classificação adotada, é considerado que os consumidores não consideram diretamente os valores reais de v_X^i , mas ao invés disso a seguinte expressão.

$$(4) \hat{v}_X^i = Norm(v_X^i, \Delta)$$

Onde $Norm(\mu, \sigma)$ 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.

Os erros de percepção, porém, devem ser entendidos como dependentes da específica característica e da forma como essa característica se torna pública aos consumidores. Por exemplo, é razoável supor que os preços dos produtos não envolvem nenhum erro de percepção, resultando em $\Delta = 0$.

Porém, mesmo com a existência de valores diferentes para as características entre os produtos, isso não significa que os consumidores deverão sempre escolher aquele com o melhor valor. Pode-se esperar, por exemplo, que um consumidor sempre irá comprar um produto que custa metade do preço de outro determinado produto, mas não emitirá prioridade na compra entre dois produtos que exibam uma diferença muito pequena de preços. Esse é o segundo passo da análise do consumidor.

A implementação do modelo inclui um parâmetro que representa a tolerância do consumidor para diferenças na qualidade do produto. Comparando dois produtos X e Y , o modelo considera que eles são equivalentes se:

$$(5) \hat{v}_X \approx \hat{v}_Y \Leftrightarrow \frac{|\hat{v}_X - \hat{v}_Y|}{\max(\hat{v}_X, \hat{v}_Y)} < \tau$$

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. Assim como no caso dos erros de percepção, essa suposição também pode ser diferenciada por características, como o caso

onde o consumidor aceita pequenas variações no preço de um produto, visto que está mais interessado nas diferenças de desempenho.

O terceiro passo envolve a identificação da acessibilidade de produtos. 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; isso porque no segundo caso, se houvesse a remoção do competidor o produto poderia se tornar viável, enquanto no primeiro caso ele ainda seria inacessível. 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* (TTB), no qual a escolha de um item é feita sobre uma série de possíveis alternativas definidas em um espaço multidimensional¹². O procedimento algorítmico utilizado consiste na repetição cíclica dos passos seguintes até que a condição de saída do passo 3 seja satisfeita¹³:

1. Considerar inicialmente todas as opções potenciais de escolha;
2. Escolher uma característica entre as m disponíveis;
3. Se um produto possui *score* maior que os demais em respeito a essa característica, 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.

¹² Essa estratégia e suas peculiaridades são bem apresentadas nos trabalhos do pesquisador psicólogo Gerd Gigerenzer (Gigerenzer and Goldstein, 1996; Gigerenzer, 2000; Gigerenzer and Selten, 2000), onde são sustentados os argumentos sobre a relevância empírica – suportada pela observação do comportamento pessoal – e eficiência sobre incerteza e dificuldade de informações.

¹³ A proposição da estratégia TTB é acompanhada nos trabalhos de seus defensores de explicações sobre sua aproximação ao conceito de racionalidade limitada. Em suma, a defesa da estratégia parte da verificação da irrelevância da compra no contexto da vida e renda dos consumidores; a maioria das compras realizadas são muito limitadas quando comparadas a essas realidades, o que justifica um interesse relativo em investir tempo e atenção para realizar a escolha ótima, preferindo ao invés disso balizar-se através de uma escolha que defina o melhor produto em relação a uma característica específica julgada a mais importante para o consumidor. Isso personifica uma estratégia de escolha racionalmente limitada, onde os tomadores de decisão usam a superioridade do produto em uma dimensão específica para justificar sua escolha.

5. O MODELO E SEUS RESULTADOS

O objetivo dessa modelagem é apresentar de forma simplificada resultados iniciais da associação dos dois modelos supracitados. Dessa forma, serão utilizadas algumas simplificações que podem ser suprimidas em desenvolvimentos posteriores e que serão pontuadas em momento oportuno. 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 dispõe de um conjunto de características genéricas, e os valores dessas características expressam a vantagem competitiva de cada produto nesse mercado, ou seja, a qualidade do produto em relação àquela característica.

Condições da oferta

Cada produto possui duas características ($Y^i = [y_1^i, y_2^i]$), sendo a característica y_1^i de ordem econômico-financeira, relativa ao preço praticado para o produto, e a característica y_2^i de origem tecnológica, representando o *score* do produto em relação àquele atributo¹⁴. Assim, há uma correlação positiva entre a característica tecnológica e a competitividade do produto e uma correlação negativa entre a característica preço e a competitividade do produto.

A equação do modelo *p*-NK age justamente sobre essas características tecnológicas (y_2^i), escaneando o espaço de soluções em busca de melhorias no atributo (busca essa que é local e míope, como já explicitado). O *landscape* pode ter várias dimensões, e ao número de dimensões é atribuída complexidade ao modelo; a esse modelo específico utilizaremos o número mínimo de dimensões ($N = 2$) para tornarem claros os impactos pretendidos, estabelecendo ainda interdependência total entre essas dimensões ($a_{i,j} = 1$). O intuito de estabelecer essa interdependência máxima é verificar as relações entre demanda e inovação em ambientes tecnológicos mais complexos. O *landscape* tem um único máximo global de valor $MAX = I$.

A *fitness function* será igual à considerada também na apresentação do modelo na seção 3, e todos os valores iniciais da característica y_2^i são considerados iguais¹⁵, ou seja, as empresas não se diferenciam por tecnologia no início da simulação. Os valores da característica y_1^i – preços – serão modificados ao longo dos testes, mas como um meio de simplificação modelística, também são definidos exogenamente¹⁶.

Como não é também de interesse a explicação do diferencial de investimento em inovação das empresas, mas antes disso os resultados alcançados no mercado após a existência das inovações, foi estabelecida uma regra simples de tentativa inovativa: a implementação considera que o P&D toma tempo e acontece somente raramente. Uma variável aleatória é estabelecida 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, podendo ser alcançada – no caso em que a *fitness function* atribui valores para

¹⁴ 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.

¹⁵ Valores iniciais de 0.05.

¹⁶ O preço inicial é definido como 4 u.m..

as características tecnológicas maiores que os valores atuais – ou não. Após cada tentativa um novo valor aleatório para tal variável é calculado para a empresa, e o processo continua conforme descrito acima.

Condições da demanda

Antes de discorrer sobre a condição da demanda, cabe ressaltar que o elo entre as modificações ocasionadas por inovação e a percepção dos consumidores acontece exatamente através das características dos produtos. Considerando as notações dantes utilizadas, temos:

Tabela 2 – Elo das características

Característica do produto	Percepção do consumidor
y_X^i	v_X^i
$\xrightarrow{\hspace{1cm}}$	

Fonte: autores.

Ou seja, a característica y_X^i de um produto é percebida pelo consumidor como v_X^i , sendo que esses valores só serão iguais quando $\Delta = 0$.

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 (v_1) e o grupo 2 tem preferência em relação ao atributo tecnológico (v_2).

Ainda é permitido especificar o número de consumidores demandantes a cada grupo. Para o início da modelagem os valores foram determinados iguais a cem (100) demandantes para os dois grupos. Da mesma forma, considera-se $\Delta = 1$ e $\tau = 1$ para a primeira apresentação, o que significa que os consumidores tem percepção totalmente imperfeita sobre as características dos produtos e são completamente tolerantes na comparação entre os bens consumíveis. Ainda, os requerimentos mínimos para consumo são estabelecidos com valores menores que os apresentados pelos produtos, como forma de permitir que todos os produtos estejam acessíveis ao consumidor no início da simulação¹⁷.

Análise dos parâmetros da demanda (Δ e τ)

Abaixo é apresentado o primeiro resultado, o *market share* das firmas para a especificação sugerida nas explicações acima^{18,19}.

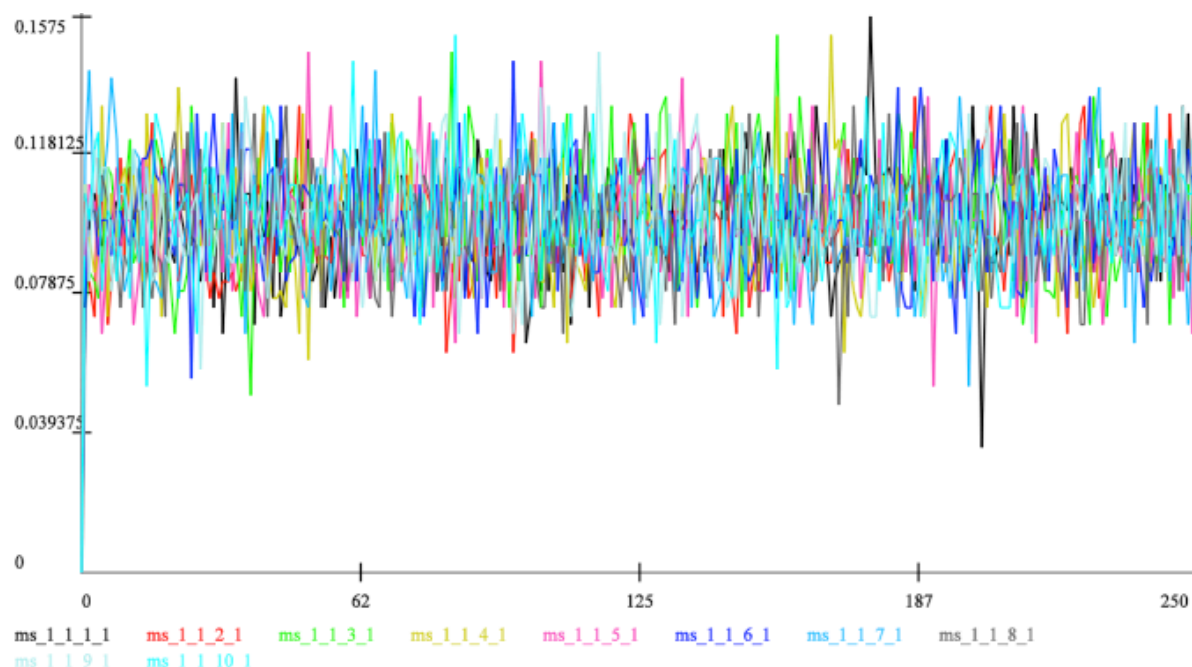
¹⁷ Os valores mínimos para as características v_2 a v_4 é igual a zero, e para a característica v_1 é igual a 15. Vale lembrar que como v_1 é referente ao preço, existe um preço máximo de consumo, e não mínimo (correlação inversa com a competitividade do produto).

¹⁸ Será utilizado como padrão para essa modelagem o cálculo de 250 períodos. Cabe ressaltar ainda que as simulações foram testadas para diferentes *random seed*, como forma de validação dos resultados teóricos aqui alcançados. Apresenta-se, porém, os resultados do mesmo *random seed* para facilitar a comparação.

¹⁹ A modelagem foi realizada no programa *Laboratory of Simulation Development* (LSD).

Tau = 1 e delta = 1, tolerância total sobre os produtos e total erro de percepção.

FIGURA 1
Simulação 1 – Market-share (configurações iniciais)



Fonte: autores

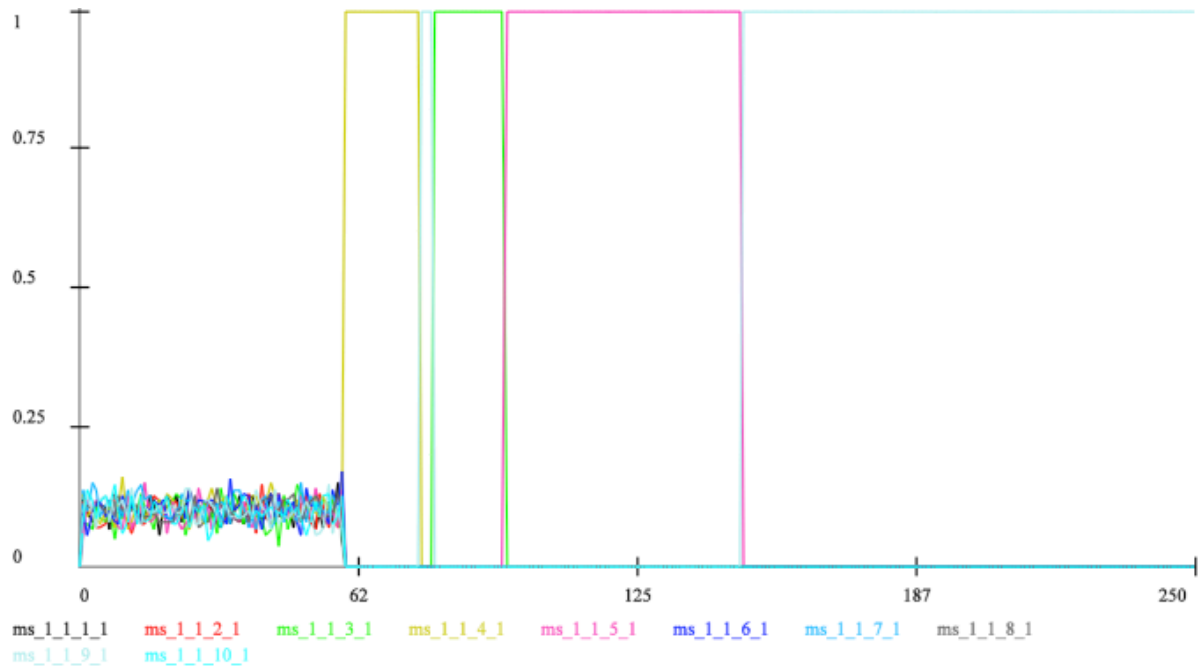
Pode-se notar que o mercado encontra-se distribuído de forma concorrencial, com *market share* médio de aproximadamente 10% para as firmas. Tal resultado era esperado pela configuração inicial proposta; o consumidor não consegue distinguir as inovações no mercado pelo erro de percepção total que ele tem em relação às características ($\Delta = 1$). Mesmo que uma empresa consiga realizar uma inovação no seu produto, incrementando o valor da característica tecnológica (y_2^i) o consumidor não consegue acessar corretamente esse valor (v_2^i), padronizando os produtos a um mesmo patamar.

O resultado é importante pois aponta a relevância das informações disponibilizadas no mercado para a eficiência econômica de uma inovação realizada por uma firma, em relação a seus próprios resultados. Durante os 250 períodos de simulação as firmas conseguiram acessar cinco (5) inovações que representaram melhoria radical para o mercado, fora uma quantidade ainda maior de outras inovações que podem ser consideradas incrementais. Não foi suficiente, contudo, para que essa produtividade inovativa pudesse ser traduzida em ganhos de mercado, simplesmente porque os consumidores não conseguem perceber com exatidão a superioridade desses produtos inovadores.

O mesmo resultado não é acessado quando o valor de Δ é modificado para $\Delta = 0$. Agora, a modelagem considera que os consumidores ainda são tolerantes, mas possuem perfeita informação sobre as características econômicas e tecnológicas de todos os produtos ofertados.

Tau = 1 e delta = 0, tolerância total sobre os produtos mas nenhum erro de percepção.

FIGURA 2
Simulação 2 – Market-share ($\Delta = 0$)



Fonte: autores

Com os erros de percepção extinguidos, os consumidores agora podem acessar corretamente todas as características dos produtos ($y_x^i = v_x^i$), conseguindo estabelecer de maneira perfeita uma ordenação de preferência. Dado que o preço foi mantido igual para todos os produtos, a escolha de todas as classes de consumidores se dá com o produto de característica tecnológica prevalecente sempre, o maior *score* da característica y_2 .

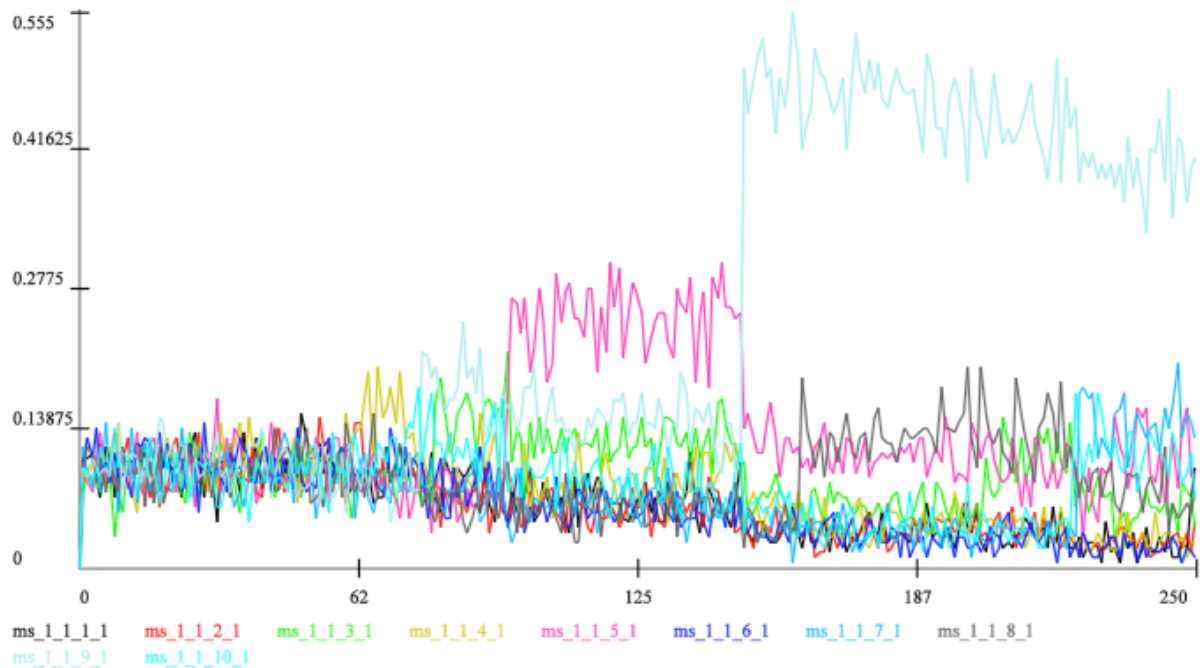
Apenas para explanação, quatro firmas alcançaram inovação radical durante a simulação, as firmas 4, 9, 3, 5 e 9 novamente, respectivamente. Isso não significa que as demais firmas não obtiveram inovações, mas que a inovação alcançada por essas firmas representou um *score* das características tecnológicas inferior ao alcançado pelas firmas dantes citadas, em todos os períodos da análise. Esse é outro resultado teórico interessante, pois apresenta o extremo oposto da concentração de mercado que tinha sido estabelecida na figura 1 – de concorrência para o monopólio – apenas com a suposição de perfeita informação dos consumidores sobre a qualidade dos produtos. Ou seja, em um

mundo com simetria informacional para os agentes demandantes e esforço inovativo assimétrico por parte das empresas, uma solução concentradora de mercado seria bastante usual.

A questão, porém, é que os resultados apresentados nos exemplos acima podem soar um tanto quanto extremistas. 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 tenha algum erro de percepção sobre essas características ($\Delta \neq 0$). A magnitude que se impõe a esses parâmetros é discutível e deve ser pensada em modelos empíricos de acordo com a realidade setorial constatada. Para o momento serão propostos valores *ad hoc* apenas para constatar aspectos teóricos dessa relação.

Tau = 0.95 e delta = 0.05, tolerância alta sobre os produtos e algum erro de percepção.

FIGURA 3
Simulação 3 – Market-share ($\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.95$)



Fonte: autores

Para a figura 3 foi permitido existir uma tolerância alta sobre o nível de produtos e algum erro de percepção. Mesmo que o erro de percepção considerado seja pequeno, pôde-se notar uma dinâmica oligopolista mais clara para o mercado apresentado. Assim como na figura 2, as empresas 4, 9, 3 e 5 obtiveram inovação radical dos seus produtos (sendo que a empresa 9 alcançou essa inovação em dois momentos), em intervalos de tempo distintos. Porém, o erro de percepção dos agentes demandantes e a tolerância em relação a produtos considerados similares não permitiu que essas empresas obtivessem toda a fatia de mercado; as demais empresas continuam a operar com *market share* positivo após essas

inovações radicais, mesmo que muitas vezes perdendo boa parte do mercado para tais empresas inovadoras.

Interessante ainda é que a dinâmica apresentada na figura 3 delega importância no mercado às inovações incrementais das demais firmas, também pelas modificações sugeridas nos parâmetros da demanda. Aproximadamente no período cem (100) algumas firmas realizam algum tipo de inovação que, mesmo tendo valores de características tecnológicas menores que o valor da firma 5 (que nesse momento específico da simulação possui uma grande parcela do mercado), conseguem aumentar seu *market share* em detrimento desta. Situação semelhante acontece no fim da simulação, quando inovações de demais empresas conseguem diminuir o poder de mercado da empresa 9.

Ou seja, erros de percepção e tolerância por parte dos consumidores tendem a diminuir a oportunidade de ganhos das firmas via inovação, pois diminuem a capacidade de diferenciação dos produtos. É verdade, contudo, que esses parâmetros não devem ser considerados constantes. Principalmente em casos de consumo frequente de produtos, 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).

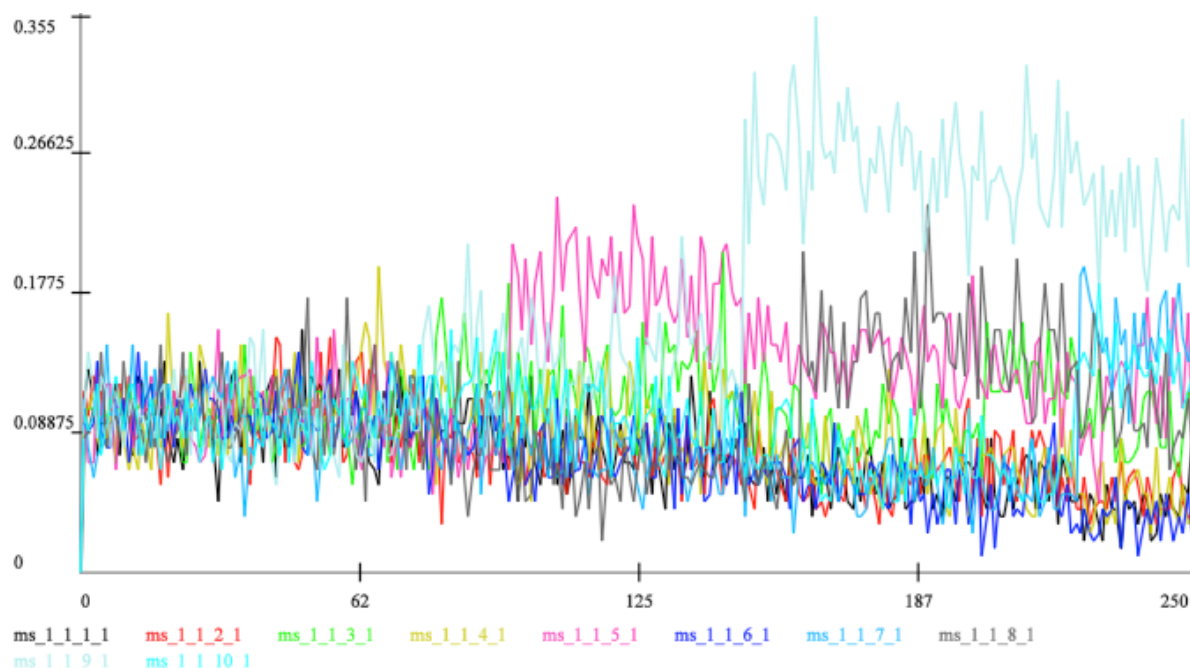
Às empresas cabe, portanto, a sinalização dos atributos diferenciados de seus produtos aos consumidores, no intuito de acelerar os ganhos provenientes da inovação alcançada; disso decorre a importância de estratégias de *marketing*. Essa afirmação é ainda mais forte pois a diferenciação muitas vezes está ligada a um aumento do preço do produto por parte do ofertante. Em nossa consideração supusemos preços iguais durante todo o período, mas se o inovador aumentar seu preço o seu resultado em termos de parcela de mercado fatalmente será menor. Em uma fala bastante popular, “não basta fazer melhor, precisa mostrar que é melhor”.

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). A partir desse tópico realizar-se-ão alguns testes analisando como a modificação dessa simetria influencia os resultados de mercado. Para proceder com essa análise, serão utilizados valores de Δ e τ mais condizentes com a realidade, como utilizados na figura 3 predecessora ($\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.95$).

Suponha inicialmente que existam apenas consumidores do grupo 1, ou seja, consumidores 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.

FIGURA 4
Simulação 4 – *Market-share* (consumidores Grupo 1)

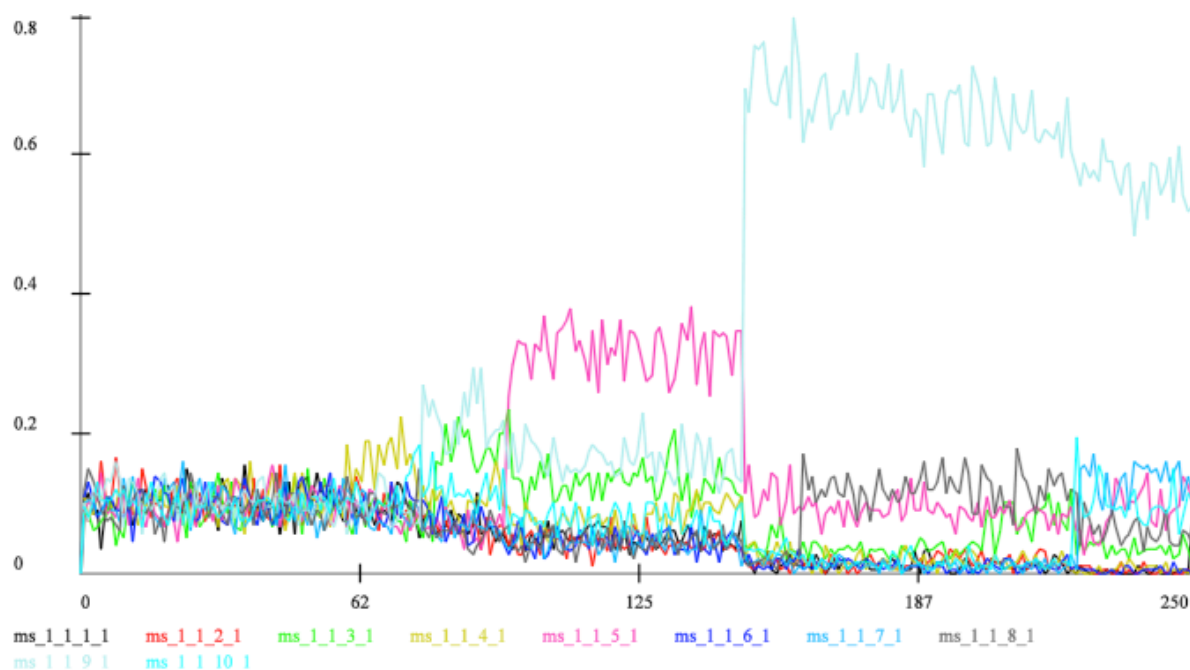


Fonte: autores

Nesse caso, pode-se notar que a dinâmica de mercado em relação às firmas que realizam inovação não muda em relação à apresentada na figura 3. Porém, como agora só os consumidores que estabelecem preferência em relação ao nível de preço demandam, 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.

Por exemplo, se na figura 2 em determinado momento a firma 9 alcançava um *market share* médio de aproximadamente 50% no momento em que realizava uma inovação dita radical, agora com a nova preferência dos consumidores esse *market share* chega apenas a uma média de 25%. Resultado diametralmente oposto é alcançado quando se considera demanda realizada só pelo grupo 2, como aponta a figura abaixo.

FIGURA 5
Simulação 5 – Market-share (consumidores Grupo 2)



Fonte: autores

Agora a percepção das inovações de mercado é potencializada pela preferência revelada dos consumidores em basear sua escolha no atributo tecnológico. Como a definição de preços fica em segundo plano, mesmo que os preços dos produtos sejam uniformes, os consumidores balizam sua escolha em relação ao conteúdo inovativo das empresas. Seguindo a mesma comparação feita em parágrafo acima sobre o *market share* da firma 9 a partir de determinado período, o mesmo alcança agora valores médios próximos a 70%.

Com essa comparação fica claro outro aspecto que deve ser perseguido pelas empresas ofertantes em mercados oligopolistas: a busca de tornar a preferência dos consumidores baseada em atributos tecnológicos e de qualidade. 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”.

CONCLUSÕES

O artigo se propôs a discutir a relação entre a demanda e inovação em um modelo evolucionário, no qual é considerada a heterogeneidade dos agentes demandantes. As análises feitas valem-se das contribuições propostas em Valente (2008) e Valente (2012), principalmente sobre esse último, que faz a proposição do modelo de demanda heterogênea. A utilização conjunta dessas duas

contribuições permitiu levantar e analisar os aspectos desenvolvidos no texto, bem como estabelecer conclusões sobre a dinâmica da simulação, ainda que de forma preliminar.

Parece clara a importância dos aspectos da demanda na dinâmica dos mercados. Pode-se constatar que a ineficiência dos consumidores em acessar corretamente as informações de mercado, ocasionada pelos altos custos de deliberação propostos no modelo de heterogeneidade, viesou os resultados de mercado. Dinâmicas de concentração totalmente antagônicas – da concorrência ao monopólio – foram alcançadas somente modificando o erro de percepção e a tolerância dos agentes no consumo dos produtos, com ênfase de importância ao primeiro parâmetro.

Desse resultado conclui-se que é importante que as empresas utilizem da sinalização dos 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*. Como explicitado, entendemos que “não basta fazer melhor, precisa mostrar que é melhor”.

Além disso, a análise da diferenciação das preferências dos consumidores aponta para a importância de se procurar definir consumidores com viés de escolha aos atributos tecnológicos e de qualidade para a aferição de maiores parcelas de mercado. 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, fruto de um esforço maior de modelagem setorial. As análises postas foram feitas apenas sobre a parcela de mercado auferida pelas empresas, não tendo nada a dizer sobre demais variáveis relevantes, como o lucro auferido e mudanças no nível de preço. De qualquer forma, levanta discussões importantes sobre a necessidade de uma consideração mais importante do “lado da demanda” nas análises do “lado da oferta”, principalmente naquelas que envolvem mudança tecnológica, justamente o intuito de modelos evolucionários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cerqueira, H. E. G. (2002). A Economia Evolucionista: um capítulo sistêmico da teoria econômica? *Revista Análise Econômica*, ano20, n.37.
- Chiaromonte, F. & Dosi, G. (1993). The microfoundations of competitiveness and their macroeconomic implications. In Foray, D. & Freeman, C., editors, *Technology and the Wealth of Nations: The Dynamics of Constructed Advantages*. Pinter Publishers, London.
- Conslik, J. (1996). Why Bounded Rationality? *Journal of Economic Literature*, Volume 34, Issue 2 (jun.1996), pp. 669-700.
- Dosi, Giovanni e Egidi, M.. (1991). Substantive and procedural rationality. *Journal of evolutionary economics*, 1: 145-68.
- Gigerenzer, G. and Selten, R., eds. (2000), *Bounded rationality: The adaptive toolbox*, MIT Press.
- Gigerenzer, G. (2000), *Adaptive thinking: Rationality in the real world*, Oxford University Press.
- Gigerenzer, G. and Goldstein, D. (1996), “Reasoning the Fast and Frugal Way: Models of Bounded Rationality”, *Psychological Review*, 103(4), pp. 650–69.
- Hogarth, R. M. (1980), *Judgement and Choice: The Psychology of Decision*. John Wiley.
- Inno Grips (2010). *Global Review of Innovation Intelligence and Policy Studies: Demand-led innovation*. Study 11, march 2010. 53 p.
- Kauffman, S.; Lobo, J.; Macready, W. (1998). Optimal search on a technology landscape. *Santa Fe Institute Working Paper* 98-10-091.
- Kauffman, S. A. (1993). *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*, Oxford University Press.
- Kwasnicki, W. (1996). Innovation regimes, entry and market structure. *Journal of Evolutionary Economics*, 6(4):375–409.
- Levinthal, S. Adaptation on rugged landscapes. *Management Science*, 43, p. 934-950, 1997.
- Malerba, F. and L. Orsenigo (2002). Innovation and Market Structure in the Dynamics of the Pharmaceutical Industry and Biotechnology: toward a History-friendly Model. *Industrial and Corporate Change* 12.4: 667–703.
- Nelson, R. R.; Winter, S. G. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge, MA: Harvard U. P.
- Nelson, R., Consoli, D. (2010), “An evolutionary theory of household consumption behavior”, *Journal of Evolutionary Economics*, 20(5), pp. 665–87.
- Possas, M. L., Koblitz, A., Licha, A., Oreiro, J. L., Dweck, E. (2001). Um modelo Evolucionário Setorial. *Revista Brasileira de Economia*, vol.55, no.3 Rio de Janeiro July/Sept. 2001.
- Rivkin, J.; Siggelkow, N. (2002). Organizational sticking points on NK landscapes. *Complexity*, 7(5), p. 31-43.
- Silverberg, G., Dosi, G., Orsenigo, L. (1988). Innovation, Diversity and Diffusion: A Self-Organisation Model. *The Economic Journal*, 98 (December 1988), 1032-1054.
- Simon, H. A. (1996). *Models of my life*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1996, originalmente publicado: New York: Basic Books, 1991.
- Simon, H. A. (1978) Rationality as process and as product of thought. *American Economic Review*, 68(2), pp. 1-16.

- Sousa, S. A. (2005). Um Modelo Evolucionário de Busca Tecnológica em Condições de Hiperacumulatividade. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, 59(3): 335-380.
- Valente, M. (2008). Pseudo-NK: an Enhanced Model of Complexity. *LEM Working Paper Series*. 2008/26, November, 2008.
- Valente, M. (2012). Evolutionary Demand: a Model for Boundedly Rational Consumers. *Journal of Evolutionary Economics*. 22, 1029-1080.
- Winter, S., Dosi, G., & Kaniovski, G. Y. M. (2000). Modeling industrial dynamics with innovative entrants. *Structural Change and Economic Dynamics*, 11:255–293.
- Winter, S. G.; Kaniovski, Y. M.; Dosi, G. (2003). A baseline model of industry evolution. *Journal of Evolutionary Economics*. 13: 355-383.