

A TEORIA DOS JOGOS NA DEFINIÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE APROPRIABILIDADE PARA INVENÇÕES PATENTEÁVEIS

THE THEORY OF GAMES IN THE DEFINITION OF APPROPRIABILITY STRATEGIES FOR PATENTABLE INVENTIONS

Dany Rafael Fonseca Mendes

Mestrado em economia pela Universidade Católica de Brasília
Professor do Centro Universitário de Brasília – UNICEUB
rafael.dany@gmail.com>

Michel Ângelo Constantino de Oliveira

Doutor em economia pela Universidade Católica de Brasília
Professor da Universidade Católica de Campo Grande – UCDB
michel@ucdb.br

RESUMO

A Análise Econômica do Direito (AED) se apropriou da Teoria dos Jogos para fomentar e modelar as situações estratégicas de escolha entre agentes econômicos na sociedade. Nesse contexto foi possível estudar qual decisão estratégica é melhor quando se trata de proteger por escrito, ou não, uma inovação. O objetivo do presente artigo é utilizar a Teoria dos Jogos na escolha da melhor estratégia de apropriabilidade do seu ativo. A metodologia é baseada na teoria matemática, que utiliza a construção de modelos de jogos e suas conclusões vem do uso do jogo sequencial em duopólio. O resultado do jogo sequencial com informação imperfeita mostra que, no modelo, o *payoff* ótimo para as duas firmas seria optar por não registrar.

Palavras-chave: Teoria dos Jogos. Apropriabilidade. Equilíbrio de Nash. Duopólio. Estratégia

ABSTRACT

The Economic Analysis of Law appropriates the game theory to foster and shape the strategic situation of choosing between economic agents in society. In this context it was possible to study strategic decision which is best when it comes to protecting in writing or not an innovation. The purpose of this article is to use game theory in choosing the best strategy appropriateness of its assets. The method is based on the mathematical theory, which uses the construction of sets of models and their use comes from the findings of the sequence match duopoly. The outcome of the sequential game with imperfect information shows that the great payoff for the two firms are choose not to register.

Keywords: Game Theory. Appropriateness. Nash equilibrium. Duopoly. Strategy

1. INTRODUÇÃO

No contexto do Direito, Comportamentos Estratégicos e Teoria dos Jogos, este trabalho, em consonância com a linha de pesquisa da Análise Econômica do Direito, propõe a utilização de ferramental moderno da economia para o tratamento de dilemas jurídicos e mais especificamente de gestão estratégica do conhecimento.

Trata-se de um dilema multidisciplinar, cuja solução transita entre Direito e Administração, no que tange às estratégias de proteção, ou melhor, de apropriabilidade do conhecimento gerado por empresas de base tecnológica, qual seja: usar apropriabilidade estratégica (segredo industrial, liderança de mercado etc.); ou apropriabilidade por escrito (registro de marcas, patentes etc.).

As interações sociais, seus conflitos e comportamentos são fonte de pesquisa empírica em várias áreas de estudo. Os agentes econômicos buscam seu bem-estar e esse propósito pode levar ao bem-estar comum, ou seja, da sociedade. O campo empírico desta pesquisa está limitado a um ambiente de informações incompletas no qual dois agentes econômicos, as empresas de base tecnológica **A** e **B**, buscam sucesso por meio de escolhas estratégicas mais adequadas.

A construção teórica-metodológica deste estudo, parte da abordagem da AED que se fundamenta nas tradições do pensamento econômico neoclássico e neo-institucionalista, seguindo as publicações de Smith (1776), Neumann (1944), Nash (1951) e Coase (1961).

A Teoria dos Jogos foi implementada para modelar matematicamente a interação entre agentes econômicos e tornar interativo as decisões de cooperação ou não cooperação. Os ganhos ou pagamentos (*payoffs*) são os resultados esperados (Π (σ)) da interação estática ou dinâmica, levando em consideração as estratégias limitadas que o mercado ou o setor da empresa impõe.

O objetivo do presente artigo é utilizar a Teoria dos Jogos na escolha da melhor estratégia de apropriabilidade do seu ativo. A metodologia é inteiramente baseada na teoria matemática, que utiliza a construção de modelos de jogos e suas conclusões vem do uso do jogo sequencial.

Para desenvolvimento da pesquisa este estudo foi dividido nessa introdução, na seção 2 que trata da apropriabilidade, na seção 3 discute a Teoria dos Jogos seus precursores e definições, a seção 4 desenvolve os aspectos metodológicos e a seção 5 traz a aplicação e análise dos modelos e a conclusão é apresentada na seção 6.

2. APROPRIABILIDADE

Na interpretação de Silva Júnior (2009), os gastos com pesquisa e desenvolvimento são um dos principais fatores a influenciar o processo de inovação, mas não são os únicos. Na verdade, ao se afastar dos apontadores tradicionais, o autor adota uma análise mais prática e moderna de inovação, verificando como os agentes, num mundo de recursos escassos, apropriam-se do conhecimento, por meio de dois grupos de apropriabilidade básicos: apropriabilidade estratégica; e apropriabilidade por escrito.

A apropriabilidade “é a propriedade do conhecimento e do ambiente em que está inserido que permite que uma invenção seja protegida contra a imitação” (Dosi 1988 apud Shane, 2001). A apropriabilidade é função de duas variáveis: a replicabilidade e a proteção legal à propriedade intelectual. Quanto mais tácito o conhecimento envolvido em uma inovação, mais difícil tornar-se sua replicação por um competidor. Quanto mais forte a proteção legal em torno de uma inovação, mais difícil se torna, também, a entrada de um novo competidor. Deve-se levar em conta que, em alguns setores, os produtos são “copiáveis” por engenharia reversa e outros não. Não se trata de uma reprodução fiel, que pode ser evitada por patente, mas do que se chama “inventar em volta” – modificações que legalmente descaracterizam a cópia.

Para os setores em que os produtos podem sofrer uma engenharia reversa, por exemplo, a patente é ineficaz. Já setores como o de medicamentos apresentam apropriabilidade alta, devido à força das patentes, à natureza tácita do conhecimento envolvido e à dificuldade de “inventar em volta”. Dessa forma, Teece (1998) divide os regimes de apropriabilidade em: 1) regime de apropriabilidade fraca, 2) regime de apropriabilidade forte e 3) regime de apropriabilidade moderada. O primeiro caracteriza-se por uma inovação difícil de ser protegida, porque pode ser prontamente codificada e porque a proteção legal é ineficaz. O segundo regime é caracterizado por uma inovação de conhecimento predominantemente tácito, para a qual a proteção legal é eficaz. Existem também condições intermediárias, em que uma ou outra característica se manifesta.

3. TEORIA DOS JOGOS

A Teoria dos Jogos estuda decisões em situação interativa, analisando os agentes envolvidos, suas decisões individuais e as reações geradas por cada decisão de cada agente, dessa forma, prevendo o movimento dos outros jogadores, sejam estes concorrentes ou aliados, a Teoria dos Jogos permite a adoção de um posicionamento estratégico no jogo que possibilitará o atingimento dos resultados e objetivos previamente determinados pelos jogadores que usam a ferramenta. A contribuição da análise das decisões e da simulação dessas realidades garante a aplicação da teoria não só na Economia, como também em outras ciências e situações, especialmente na Administração e no Marketing Estratégico.

Também chamada da teoria das escolhas a Teoria dos Jogos, tornou-se um ramo proeminente da matemática ou da economia matemática nos anos 1930, especialmente depois da publicação de *The Theory of Games and Economic Behavior* (1944) de Neumann & Morgenstern.

A Teoria dos Jogos ficou mais conhecida a partir da premiação do Nobel de Economia de John Nash em 1994. Com sua pesquisa sobre equilíbrio, Nash (1950; 1951) intensificou novos experimentos e incentivou novas publicações após seus artigos, *Equilibrium Points in n-Person Games* em 1950, e *Non-Cooperative Games* em 1951, publicados no famoso *Annals of Mathematics*. Seus estudos abordam as decisões que são tomadas em um ambiente onde vários jogadores interagem, e fazem suas escolhas ótimas quando o custo e benefício de cada opção não é fixo, mas depende, sobretudo, da escolha dos outros indivíduos.

Na área de *Law and Economics*, a Teoria dos Jogos é fundamental na medida em que procura encontrar estratégias racionais em situações em que o resultado depende não só da estratégia própria de um agente e das condições de mercado, mas também das estratégias escolhidas por outros agentes que possivelmente têm estratégias diferentes e objetivos comuns.

Segundo Osborne e Rubinstein (1994), a Teoria dos Jogos é um conjunto de ferramentas criadas para auxiliar o entendimento dos fenômenos observados quando tomadores de decisão (jogadores) interagem entre si. Partindo do pressuposto de que os tomadores de decisão agem racionalmente na busca de seus objetivos, a Teoria dos Jogos leva em conta as capacidades, os

conhecimentos e as expectativas dos diversos jogadores para criar representações abstratas de uma extensa classe de situações reais.

A Teoria dos Jogos faz uso da matemática para expressar formalmente as ideias compreendidas pelo modelo representativo da situação real. Entretanto, como destacam Osborne e Rubinstein (1994), ela não é inerentemente matemática, todavia que o uso do instrumental matemático facilita a formulação dos conceitos; a verificação da consistência das ideias; e a compreensão das implicações do modelo composto.

Trata-se, na realidade, de um ferramental analítico para o estudo de situações nas quais haja interação e conflitos de interesses, envolvendo diversos participantes, situação típica em negócios.

3.1 Características

Conjunto de regras especifica os elementos do jogo (jogadores, conjunto de ações possíveis para cada jogador, informações disponíveis para cada agente) e delimita a ação dos jogadores.

3.2 Jogadores

Os jogadores são agentes econômicos que tomam decisões. Podem ser consumidores buscando maximizar sua satisfação; firmas pensando em maximizar seu lucro ou aumentar sua fatia no mercado; investidores; bancos avaliando se concedem ou não os empréstimos; ou mesmo o governo, analisando a decisão de implementar uma determinada política econômica. Na tomada de decisão, todos os jogadores eles procuram maximizar suas preferências.

3.3 Ações estratégicas

Define-se estratégia como sendo o conjunto de ações a ser executado ao longo do jogo, que resultará em respostas dos adversários e implicará em um plano estratégico para cada ação e reação do opositor, cujo aliado compondo um complexo conjunto de alternativas (estratégias) e uma diversidade de lances.

3.4 Informações

Nas regras do jogo também estarão definidas que tipos de informação estará disponível para cada jogador.

3.5 Resultados (payoff's)

O conjunto de estratégias que definirá o resultado. Conjunto de resultados (*payoff's*) possíveis, decorrentes das ações de cada jogador.

3.6 Classificação

A classificação do jogo de acordo com os diversos tipos possíveis, permite que o jogo represente, com maior ou menor fidelidade, diversas situações de conflito real. Entre as possibilidades há jogos baseados em regras x jogos de desenvolvimento livre; Jogos cooperativos versus jogos não cooperativos; Jogos de informação perfeita versus jogos de informação imperfeita; e Jogos de soma zero versus jogos de soma não zero.

3.7 Análise de estratégias

Uma das abordagens para analisar um jogo se faz por meio da análise das estratégias que conduzem aos seus possíveis equilíbrios. Sob este aspecto, existem dois tipos de equilíbrio básicos: o equilíbrio de estratégias dominantes e o de Nash (1951). Rasmusen (1989) define dominante como sendo, estritamente a melhor resposta para qualquer estratégia que tenha sido escolhida pelos outros jogadores, e que proporciona sempre o maior *payoff*. Quando estratégias adotadas por jogadores permanecem inalteradas, diz-se que um equilíbrio de estratégias foi montado. Um equilíbrio de estratégias dominantes é único, e representa a combinação das estratégias dominantes de cada jogador. Tavares (1995) define o Equilíbrio de NASH como sendo a combinação de estratégias ótimas de cada jogador, ou seja, a melhor resposta às estratégias dos outros jogadores. Uma vez atingido o equilíbrio, nenhum jogador tem incentivo para desviar-se dele, dado que os outros jogadores também não desviam.

4. METODOLOGIA

A Teoria dos Jogos é a metodologia utilizada para examinar o comportamento dos agentes econômicos (firmas), e especificamente a teoria do duopólio é a base teórico-metodológica para analisar nos modelos de dois concorrentes.

A metodologia a partir da Teoria dos Jogos formaliza que, os jogos cooperativos ou não-cooperativos com dois jogadores tenham comportamento de barganha. Os dois jogadores $J_1 =$ (Firma A) e $J_2 =$ (Firma B), disponham de seu conjunto finito de estratégias Σ_1 e Σ_2 respectivamente, e que tem uma função de *payoffs* dada por:

$$\Pi: \Sigma_1 \times \Sigma_2 \rightarrow \mathbb{R}^2$$

Na forma cooperativa os jogadores decidem por uma distribuição de probabilidade (σ), no conjunto $\Sigma_1 \times \Sigma_2$. O lucro (*payoffs*) esperado para os jogadores é:

$$\Pi(\sigma) = \sum_{ij}^n \sigma_{ij}(\pi_1(ij), \pi_2(ij))$$

O conjunto $\Pi(\sigma)$ de todos os payoffs esperados possíveis, é a envoltória convexa dos pares: $\{(\Pi_1(ij), \Pi_2(ij)): i \in \Sigma_1 \text{ e } j \in \Sigma_2\}$, caracterizado como conjunto de região de pagamentos (*payoffs*) ou lucros.

4.1 Formato de concorrência em Duopólio

As características gerais dos oligopólios é que existem apenas algumas empresas no mercado e estas são responsáveis por grande parte do market share. Nesse caso, cada empresa deve considerar a reação das concorrentes, e no caso limite do oligopólio, a análise recai sobre a interação de duas empresas, os chamados "Duopólios".

Nesses modelos a firma deve escolher entre controlar o preço (*Bertrand*) ou a quantidade (*Cournot*) de mercado, e depende da reação do concorrente direto. Para este estudo, foi desenvolvido o modelo de duopólio de *Cournot*.

4.1.1 Modelo de *Cournot*

No modelo de duopólio, se as duas empresas (1 e 2) decidirem controlar simultaneamente a quantidade a ser produzida para o mercado (Y), cada uma precisará prever a quantidade da outra. No modelo de *Cournot*, a empresa 1 (y_1), espera que a empresa 2 produza y_2^e . Ao produzir y_1 , ela espera que o total produzido no mercado seja

$$Y = y_1 + y_2^e$$

e que o preço de mercado no duopólio seja igual a demanda, ou seja preço (p) dependente da quantidade (Y).

$$p(Y) = p(y_1 + y_2^e)$$

e sua maximização de lucro seja

$$p(y_1 + y_2^e)y_1 - c(y_1)$$

Logo, para cada expectativa y_2^e , haverá uma escolha ótima de y_1 . A função de reação é a relação entre a produção esperada y_2^e e a escolha ótima de y_1 :

$$y_1 = f_1 y_2^e$$

Analogamente, a função de reação da empresa 2 é

$$y_2 = f_2 y_1^e$$

Se as expectativas das empresas se confirmarem em equilíbrio, o equilíbrio de Cournot será dado por:

$$y_1^* = f_1 y_2^*$$

$$y_2^* = f_2 y_1^*$$

A quantidade ótima produzida da firma 1, está em função da quantidade ótima produzida pela firma 2. E a quantidade ótima da firma 2, está em função da quantidade ótima da firma 1.

5. APLICANDO A TEORIA DOS JOGOS ÀS ESTRATÉGIAS DE APROPRIABILIDADE

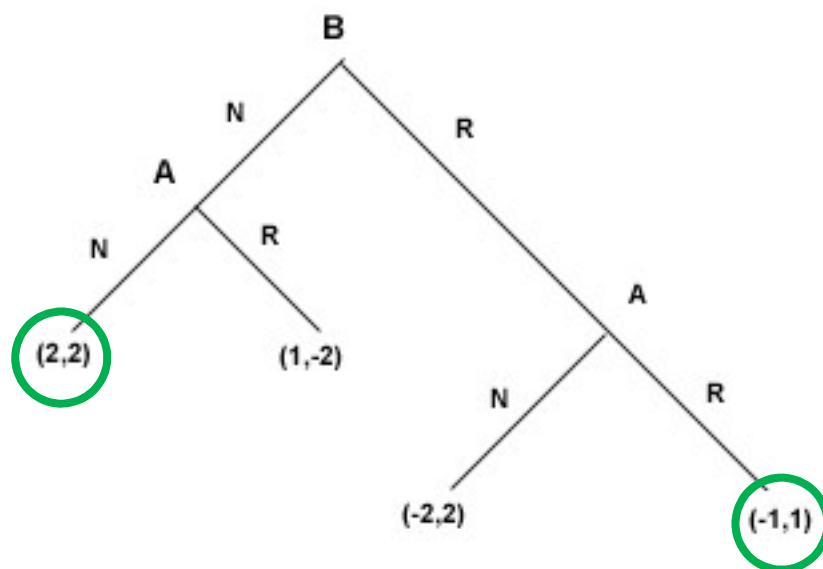
Esta análise é a aplicação proposta, que caracteriza a simulação do jogo, partindo do cenário de competição proposto.

5.1 As Estratégias de Apropriabilidade como Jogo Sequencial com Informação Imperfeita

Transformando um jogo de tomada de decisão simultânea com informação perfeita em um jogo sequencial com informação imperfeita, considerando as mesmas partes Firma **A** ou Jogador **A** e Firma **B** ou Jogador **B** com os mesmos *payoffs* definidos nas seções anteriores, supondo, ainda, que **A** não deseja registrar (apropriabilidade por escrito), este não o fará, salvo se **B**, ao iniciar o jogo, optar pelo registro.

Noutra circunstância, nota-se que, se o jogador **B** preferir registrar, ele o fará, independentemente do comportamento de **A**. Nesse caso, supondo-se a possibilidade de se registrar uma inovação incremental, o jogador **A** contaria com a opção de aguardar o posicionamento de **B**, para, então, tomar sua decisão.

Em qualquer dos casos deste jogo sequencial, representados pela árvore decisória, tratando-se de tecnologia, para os efeitos deste estudo e para determinação de resultados, o jogador que dá início à rodada, **B** neste caso, é considerado o agente inovador ou precursor da tecnologia em análise.



No diagrama, inicialmente, o jogador **B** tem duas opções: não registrar (**N**) escolhendo a apropriabilidade estratégica, ou registrar, optando pela apropriabilidade por escrito (**R**) a inovação. Caso prefira registrar, as possibilidades de decisão seguem para o lado direito do diagrama, no qual o jogador **A** ciente da escolha de **B**, diante da possibilidade de se registrar uma inovação incremental, reagiria à alternativa do concorrente da seguinte forma:

- i)* Não registrando, **A** obterá o resultado -2; e
- ii)* Registrando, **A** terá o resultado -1.

Assim, diante de um resultado (*ii*) menos desfavorável que (*i*), restará ao jogador **A** registrar a inovação incremental, caso haja esta hipótese.

Por outro lado, se **B** preferir não registrar, representação do lado esquerdo do diagrama, restará o seguinte *payoff* para **A**:

- iii)* Se **A** não registrar, obterá o resultado 2;
- iv)* Se **A** registrar, obterá o resultado 1.

Sendo o resultado (*iii*) mais vantajoso que o (*iv*), **A** não registrará. Verifica-se, desse modo, que, assim como ocorre no jogo simultâneo o resultado ótimo do jogo sequencial com informação perfeita é (N,N), no qual nenhuma das partes opta por registrar.

6. CONCLUSÃO

As estratégias das firmas são complexas e dependem de várias variáveis correlacionada ou não. No caso de um duopólio, a complexidade aumenta, pois, o gestor depende da reação do competidor direto para decidir sobre sua estratégia.

Na modelagem utilizada, embora os valores dos *payoffs* tenham sido atribuídos aleatoriamente, mesmo desconsiderando os custos altíssimos da apropriabilidade por escrito, para efeitos de estudo, os jogos aqui apresentados refletem o comportamento das empresas que competem no âmbito da apropriabilidade fraca a moderada, cuja proteção legal é, na prática, ineficaz.

Em um ambiente de tamanha competitividade, como é o caso, há muitas outras variáveis (como e.g. os limites de engenharia reversa e a utilização das patentes como moeda de troca), é relativamente simples perceber que, em todas os jogos estudados, a situação ótima para ambos os jogadores é não registrar (N,N).

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, G. M. Carvalho. A Teoria dos Jogos na Estratégia de Negócios. Curitiba, 2002.

ESTRIN, J. Closing the Innovation Gap: Reigniting the Spark of Creativity in a Global Economy. McGraw Hill, 2009.

FAGERBERG, J.; MOWERY, D.C; NELSON, R.R. The Oxford Handbook of Innovation. Oxford University Press, 2005.

FALCAO, M. A. Mecanismos para facilitação do processo de integração econômica: a formação de zonas tributárias ótimas. Revista de Direito Internacional, Econômico e Tributário, v. 3, p. 254-270, 2008.

GRIZENDI, E. Manual de Orientações Gerais sobre Inovação. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, no âmbito do Projeto No. BRA/07/017, “Projeto de Promoção Comercial e Atração de Investimentos: Coordenação Institucional em Contexto de Aceleração do Crescimento”. Brasil, 2011.

KAO, J. Innovation Nation: How America Is Losing Its Innovation Edge, Why It Matters, and What We Can Do to Get It Back. Free Press, 2007.

MOREIRA, D. A.; QUEIROZ, A. C. S. Inovação organizacional e tecnológica. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

NASH, J. F. Equilibrium Points in n-Person Games. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A. 36, 48-49, 1950.

NASH, J. F. Non-Cooperative Games. Annals of Mathematics. 54, 286-295, 1951.

NEUMANN & MORGENSTERN, The Theory of Games and Economic Behavior, Princeton University Press. 674p. 1944.

PACHECO, C. A. As reformas da política nacional de ciência, tecnologia e inovação no Brasil (1999-2002), Manual de Políticas Públicas, Programa CEPAL-GTZ Modernización del Estado. CEPAL, Chile, 2007.

SCHUMPETER, J. A. The theory of economic development. Cambridge, Harvard University, 1957.

SILVA JÚNIOR, G. G. Inovação, salários e estrutura de mercado. Porto Alegre, 2009 (Tese de Doutorado).

SMITH, A. Uma Investigação sobre a Natureza e as Causas da Riqueza das Nações. Londres: Casa editorial de William Strahan e Thomas Caldwell, 1776.