

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE BACHARELADO

O AGENTE ECONÔMICO É RACIONAL?

RAFAEL GOMES DE SÁ FIGUEIREDO

Matrícula nº: 113152697

ORIENTADOR: MARIA SILVIA POSSAS

Maio 2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE BACHARELADO

O AGENTE ECONÔMICO É RRACIONAL?

RAFAEL GOMES DE SÁ FIGUEIREDO

Matrícula nº: 113152697

ORIENTADOR: MARIA SILVIA POSSAS

MAIO 2020

As opiniões expressas neste trabalho são da exclusiva responsabilidade do autor

AGRADECIMENTOS

De uma forma paradoxal, a longa jornada que é tornar-se um Bacharel em Ciências Econômicas pela UFRJ, acaba ficando curta comparada ao crescimento pessoal vivido entre as quatro paredes do palácio do IE. Centenas foram os debates travados, as opiniões que mudaram a minha própria opinião, as voláteis posições políticas, os aprendizados através de grupos a que eu não pertencia, os aprendizados através de grupos a que eu pertencia e os aprendizados através de grupos de cuja existência eu sequer sabia. Por isso, meu primeiro agradecimento é à UFRJ e seus funcionários, que além de me transformarem em um economista, contribuíram para o ser pensante (eu acho) e atento que me tornei.

Em segundo lugar, agradeço a todos os funcionários do Colégio da Companhia de Santa Teresa de Jesus e do Colégio Cruzeiro, pois além de contribuírem para minha formação como cidadão junto a seus valores, permitiram meu ingresso na melhor faculdade do Brasil.

Em terceiro lugar e com certeza mais importante à minha família. Em especial à Rita e ao Norton, pilares diários da minha vida, dos meus valores, do meu conhecimento e da minha felicidade. Palavras são poucas, mas o sentimento não é.

Em quarto lugar, agradeço àqueles que contribuíram para minha sanidade nesse meio tempo, aos meus queridos de 2013.2, conhecidos dentro das paredes do IE, pessoal do Cruzeiro, galera do Mirante e às cervejas bebidas pela vida.

Por fim e com certeza menos importante, os responsáveis por bobearias e gargalhadas diárias, por conselhos geniais e estúpidos, pelo ombro e pela rasteira amiga: B.O, Cupim, Digão, Graja, Gustavo, Kudin, Marinho, PH, Prison, Renan, Pissurno e Silas.

Eu amo vocês.

Rafael Figueiredo

RESUMO

Este presente estudo tem como objetivo explicar melhor as variáveis envolvidas no processo de tomada de decisão dos indivíduos, com foco em decisões consideradas irracionais do ponto de vista da economia tradicional. Para tal, procura apresentar e comparar a tomada de decisão sob a luz de três diferentes áreas do conhecimento – a Teoria da Utilidade Esperada, a Teoria dos Jogos e a Neuroeconomia. Por fim, através da demonstração de resultados práticos de pesquisas, espera-se encontrar a vertente científica que melhor explica, de uma forma fiel à realidade, os processos decisórios.

Palavras-chave: Tomada de decisão; Neuroeconomia; Racionalidade; Teoria dos jogos.

Sumário

<u>CAPÍTULO I – CONCEITOS DA ECONOMIA TRADICIONAL</u>	12
<u>1.1 TOMADA DE DECISÃO</u>	13
<u>1.2 RACIONALIDADE ECONÔMICA</u>	13
<u>1.3.1 TEORIA DA UTILIDADE ESPERADA</u>	15
<u>1.3.2 PARADOXO DE ALLAIS</u>	16
<u>1.3.3 PARADOXO DE ELLSBERG</u>	18
<u>1.4 QUANDO ESTAMOS JOGANDO?</u>	19
<u>1.5 TEORIA DA ESCOLHA RACIONAL</u>	21
<u>1.6 EQUILIBRIO DE NASH E EFICIÊNCIA DE PARETO</u>	23
<u>1.7 RESULTADOS EMPÍRICOS</u>	24
<u>1.7.1 O DILEMA DOS PRISIONEIRO</u>	24
<u>1.7.2 O JOGO DOS BENS PÚBLICOS</u>	25
<u>1.8 O AGENTE RECIPROCADOR E A RECIPROCIDADE FORTE</u>	28
<u>II – NEUROECONOMIA</u>	30
<u>2.1 FISIOLÓGICA CEREBRAL E MÉTODOS DE ANÁLISE</u>	31
<u>2.2 NEUROECONOMIA APLICADA</u>	33
<u>2.2.1 QUALIFICANDO RECOMPENSAS</u>	33
<u>2.2.3 PAPEL DAS EMOÇÕES NA TOMADA DE DECISÃO</u>	35
<u>2.2.4 DECISÕES IRRACIONAIS</u>	37
<u>2.2.4.1 DILEMA DO VIAJANTE</u>	37
<u>2.2.4.2 JOGOS DO ULTIMATO E DO DITADOR</u>	38
<u>2.2.4.3 JOGO DA CONFIANÇA</u>	40
<u>III - CONCLUSÃO</u>	43
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	45

INTRODUÇÃO

Durante toda a história da humanidade, decisões são tomadas de acordo com estudo do ambiente, com as recompensas provenientes e/ou reflexos em casos de perigo. Por volta dos anos 30, economistas passaram a estudar o comportamento das escolhas resultantes de ideias básicas e/ou axiomas. A partir desse ponto, estudos foram aprofundados, teorias lançadas e a tomada de decisão racional – do ponto de vista de um agente solitário - passou a ser simplificada por uma simples maximização de utilidade. Mas o que acontece quando os indivíduos passam a pensar não somente em si, mas também em como as decisões de outros indivíduos podem afetar sua própria decisão?

A resposta dessa questão contempla diversos estudos de Economia Comportamental e de Teoria dos Jogos. A princípio, o lema da maximização de utilidade (lê-se recompensas) também seria o cerne desses estudos, porém, ao introduzir a teoria do Equilíbrio de Nash, passamos a não só agir de acordo com a maximização pura individual, o indivíduo agora decide a melhor opção, dada as decisões tomadas por outro indivíduo.

O presente trabalho tem como objetivo entender melhor sobre o processo de tomada de decisão, assim como alguns dos seus modelos existentes, para que no fim possamos tentar escolher qual a melhor vertente teórica que pode explicar tal fenômeno. Esta análise faz-se necessária, pois como veremos nos estudos apresentados ao longo do trabalho, a realidade apresenta diversas incompatibilidades com pressupostos centrais de algumas teorias econômicas, como a existência de um *homo economicus*.

Dessa forma, o primeiro capítulo pretende apresentar conceitos comuns à economia e depois apresentar evidências em contrário de um dos modelos que poderiam explicar a tomada de decisão, a Teoria da Utilidade Esperada.

Logo após, entraremos em uma área da economia que aprofunda mais as interações entre agentes e tem novas ferramentas que explicam os *drivers* da decisão humana, a Teoria dos Jogos. Para tal, apresentaremos seus conceitos básicos e alguns exemplos da sua aplicabilidade.

Por fim, entraremos em uma nova área do conhecimento, a Neuroeconomia. A transdisciplinaridade dessa última permite usar de conceitos e ferramentas de outras ciências para encontrar resultados inéditos. Nesse capítulo final, o objetivo consiste em explicar por que indivíduos acabam tomando decisões consideradas irracionais, do ponto de vista da economia tradicional, assim como levantar a hipótese que essa ciência tem o potencial de melhor explicar esse fenômeno econômico-social.

CAPÍTULO I – FERRAMENTAS DA TEORIA ECONÔMICA DA DECISÃO

1.1 Tomadas de decisão

Para darmos início a este estudo, devemos, primeiramente, entender um pouco mais sobre a importância das tomadas de decisão. O ato de decidir é intrínseco à natureza humana sempre que envolve uma escolha na busca da resolução de um problema, ou mesmo quando há alternativas para alcançar um objetivo. Isso pode ocorrer com soluções pessoais ou profissionais. No caso das primeiras, elas tanto podem ser simples, como optar pelo que vestir para sair de casa, ou ter respostas involuntárias (o ato reflexo); como complexas: ações baseadas em diversas variáveis ou decisões de investimentos; Já sobre as decisões profissionais – nas organizações – Herbert Simon (1970) diz que as decisões podem ser programadas, não programadas e semiprogramadas. As decisões programadas seriam aquelas em que o indivíduo já passou por uma situação igual, e, dessa forma, sabe resolvê-la de imediato, de forma rotineira e repetitiva. Já as decisões não programadas são aquelas que nunca aconteceram antes, algo novo ao indivíduo. Assim, como o mesmo não a vivenciou antes, não há uma solução predefinida, sendo necessário, portanto, analisar a situação a partir da razão e/ou emoção para chegar a uma conclusão. Por fim, as decisões semiprogramadas são uma mistura entre as duas anteriores, ou seja, apenas uma parte do problema apresenta uma solução imediata, a outra parte, por sua vez, está relacionada a uma situação nova.

Dessa forma, algo que está presente desde o primeiro ser humano ao enfrentar ou fugir de um animal selvagem até a decisão de um CEO sobre sua empresa ou sobre o que comer no almoço – o ato de decidir – é de suma importância para explicar toda e qualquer ação humana.

1.2 Racionalidade Econômica

Este tópico tem como objetivo entender um pouco mais sobre o que é a racionalidade econômica e sua importância. Desde o início da construção de teorias econômicas, tem-se

resumido o processo de tomada de decisão à maximização de variáveis quantitativas de satisfação.

Os processos em si partiam do pressuposto que indivíduos tinham toda informação necessária disponível e que a decisão tomada seria a que lhes trouxesse maior valor, já que estes eram agentes racionais.

Segundo Blaug (1993), uma das bases da economia neoclássica pode ser definida como a “(...) tentativa de derivar todo o comportamento econômico a partir da ação de indivíduos em busca da maximização de suas vantagens.”

Dessa forma, é justo dizer que o cerne do paradigma neoclássico se concentra no caráter otimizador da racionalidade de cada agente econômico. Além disso, a racionalidade econômica de cada agente possui um caráter muito individualista, já que o indivíduo apenas se “autoconsulta”, sem considerar as ações de terceiros. Depende também, da capacidade dos indivíduos de quantificar e qualificar, a efeitos de comparação, satisfações proporcionais de cada ação

Tendo entendido que a racionalidade econômica é um pressuposto neoclássico do comportamento dos agentes econômicos, precisamos entender também o que pode ser caracterizado como um comportamento racional. Para essa escola, em específico, o comportamento racional pode ser visto de diversas formas, como: (1) Ao avaliar e escolher entre diferentes alternativas; (2) Ao pressupor funções utilidades e restrições bem distintas entre os indivíduos; (3) Ao garantir que todos agentes estão aptos a cálculos mentais e a atrelar probabilidades de ocorrência das alternativas, quando necessário, para garantir a maximização da sua utilidade.

Com o passar dos anos, diversos autores complementaram vários modelos e teorias sobre a ideia de tomada de decisão/racionalidade para a teoria neoclássica, mas temos na Teoria da Utilidade Esperada – TUE – a sua maior representação, como veremos no tópico seguinte.

1.3.1 Teoria da Utilidade Esperada

Se a Teoria Neoclássica faz parte de uma longa série de visões sobre as decisões que postulam que humanos decidem tentando obter a maior utilidade, benefício ou prazer, os instrumentos matemáticos para fazer o cálculo a direcionar tal tipo de escolha, como a Teoria da Utilidade Esperada, também foi resultado da contribuição de diversos autores.

Dentre eles, podemos citar Daniel Bernoulli como um dos precursores da TUE, que desde o século XVIII já estudava uma maneira matemática de lidar com a utilidade; além de John Von Neumann e Oskar Morgenstern, responsáveis pela axiomatização dessa teoria. Em seus trabalhos, Bernoulli (1738 [1954]) demonstrava a diferença entre o valor de um item e a utilidade que ele proporcionava, já que o primeiro era igual ao seu preço e o segundo dependia das circunstâncias pessoais – leia-se: satisfação que aquele bem gera e da necessidade que aquele bem representa ao indivíduo. Já a teoria de Von Neumann-Morgenstern permitiu, através da sua axiomatização, que a TUE pudesse ser usada para explicar a tomada de decisão. Pois com ela, o indivíduo seria capaz de construir sua cesta de bens de forma a maximizar sua utilidade. A diferença entre essas teorias é que Bernoulli não assumia probabilidade às suas cestas, ou seja, as preferências (lê-se utilidade) superavam os resultados monetários. Já a Teoria de Von Neumann-Morgenstern dizia que as preferências superavam as loterias com resultados monetários, o que permitia examinar o efeito da decisão sob incerteza.

Segundo Martinez (2014), em um cenário com escolhas distintas, a TUE “(...) recomenda que o agente tomador de decisão calcule, com base em instrumentos probabilísticos, a utilidade esperada de cada escolha, para depois maximizar sua decisão de acordo com suas preferências e escolher aquela com maior utilidade encontrada”. Para facilitar o entendimento, suponha a seguinte situação: Um agente deve optar por duas loterias: A loteria A que sempre lhe garante R\$1,00 e a loteria B, onde metade das vezes lhe garante R\$3,00 e na outra metade não lhe garante nada. Segundo a TUE, a utilidade de cada loteria é dada por:

$$U(A) = p \cdot u(a) \rightarrow U(A) = 1 \cdot 1$$

$$U(A) = 1$$

$$U(B) = p \cdot u(b) \rightarrow U(B) = 0,5 \cdot 3 + 0,5 \cdot 0$$

$$U(B) = 1,5$$

$$U(B) > U(A)$$

E assim, segundo a Teoria da Utilidade esperada, o agente optaria pela loteria B pois é a que lhe traz maior utilidade sob as condições impostas.

Em síntese, a teoria como vemos hoje diz que a escolha racional seria aquela que traria a maior utilidade, tendo em conta as probabilidades de cada escolha. Para tal, é necessário respeitar os axiomas descritos por Von Neumann - Morgenstern e alguns pressupostos, como por exemplo: a racionalidade dos indivíduos, a aversão ao risco e a sempre maximização da utilidade. Além disso, a detenção de todo conhecimento e da capacidade de processamento de informações necessários para tomar qualquer decisão que visem alcançar um objetivo.

No entanto, nas últimas décadas a capacidade preditiva da TUE vem sendo questionada com o crescimento da economia experimental e com o surgimento de diversas evidências que iam de encontro com sua base teórica. Como o objetivo desse estudo é justamente apresentar a melhor forma de explicar como se dá o processo de decisão, serão demonstrados dois paradoxos que a falseiam. Dessa forma, pretendemos chegar à conclusão de que talvez ela não seja a melhor ferramenta para explicar o comportamento dos indivíduos e assim, daremos continuação ao trabalho apresentando alternativas.

1.3.2 Paradoxo de Allais

Antes de apresentar o paradoxo, é necessário dizer que este estudo utiliza o Teorema de Von Neumann-Morgenstern. Como essa teoria foi considerada um pilar da ortodoxia econômica, a utilizaremos neste estudo, e dessa forma, são preservados seus pressupostos e axiomas.

O Paradoxo de Allais envolve dois pares de loteria – L1, L2 e L3, L4 – e possui duas rodadas.

$$L_1 = \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ — } \$1 \text{ milhão} \end{array} \right\} \quad \text{versus} \quad L_2 = \left\{ \begin{array}{l} 0,10 \text{ — } \$5 \text{ milhões} \\ 0,89 \text{ — } \$1 \text{ milhão} \\ 0,01 \text{ — } \$0 \end{array} \right\}$$

$$L_3 = \left\{ \begin{array}{l} 0,10 \text{ — } \$5 \text{ milhões} \\ 0,90 \text{ — } \$0 \end{array} \right\} \quad \text{versus} \quad L_4 = \left\{ \begin{array}{l} 0,11 \text{ — } \$1 \text{ milhão} \\ 0,89 \text{ — } \$0 \end{array} \right\}$$

Na primeira rodada, é pedido para cada indivíduo escolher entre L1 ou L2 e na segunda rodada entre L3 ou L4. De acordo com a TUE, o indivíduo deve escolher aquela loteria que lhe trará maior utilidade. Em diversos experimentos feitos, a maioria dos indivíduos opta por L1 e L3 e isso apresenta uma inconsistência com a TUE, pois:

Segundo a TUE, se há preferência de L1 a L2, então:

$$u(\$1mi) > 0.1u(\$5mi) + 0.89u(\$1mi) + 0.01u(0) \quad (1)$$

Segundo o Axioma da Independência, para todas loterias L,L',L'', com probabilidade $\alpha \in (0,1)$; temos que:

$$L \geq L' \Leftrightarrow \alpha L + (1 - \alpha)L'' \geq \alpha L' + (1 - \alpha)L''$$

Na prática, significa que se há preferência de uma loteria qualquer em relação a outra, então a utilidade proveniente daquela loteria é maior que a segunda. Se adicionarmos $0.89u(0) - 0.89u(\$1mi)$ a ambos os lados de (1), então:

$$0.89 u(0) + 0.1u(\$1mi) > 0.10u(\$5mi) + 0.9u(0) \quad (2)$$

$$L4 > L3 \quad (3)$$

O Resultado acima falseia a TUE visto que segundo ela, todo jogador que escolhesse a L1 deveria necessariamente escolher a L4, como descrito acima. No entanto, conforme comprovado em resultados experimentais (Allais (1953); Machina (1987); Quiggin (1993); Wik (1996) e Starmer (2000)) a maioria dos jogadores não o fazem.

1.3.3 Paradoxo de Ellsberg

Outro Paradoxo importante no falseamento da TUE de Von Neumann foi o de Daniel Ellsberg, economista e ex-militar cujo estudo abalou as bases da ortodoxia econômica. O paradoxo Ellsberg foi o primeiro a desenvolver uma experiência que demonstra a forma como a mente humana funciona em contexto de incerteza, às vezes criando modelos irrealistas. O paradoxo consiste na suposição de uma urna com 30 bolas vermelhas e 60 bolas amarelas e pretas, porém não se sabe ao certo qual a quantidade exata de bolas amarelas ou pretas. A cada rodada, é retirada uma bola de forma aleatória e depois ela é inserida de volta na mesma urna, de forma que a composição da urna não seja alterada.

É pedido aos jogadores que apostem na cor de cada bola retirada, da seguinte maneira:

RODADA 1:

Aposta A: Receber 100 reais caso seja retirada uma bola vermelha

Aposta B: Receber 100 reais caso seja retirada uma bola preta.

RODADA 2:

Aposta C: Receber 100 reais caso seja retirada uma bola vermelha ou amarela

Aposta D: Receber 100 reais caso seja retirada uma bola preta ou amarela

O resultado do experimento demonstra que a grande maioria dos indivíduos opta pelas apostas A e D, e isso configura uma atitude irracional. Se alguém escolhe A sobre B, quer dizer que a pessoa espera que seja mais provável retirar uma bola vermelha a preta (ou seja, há menos de 30 bolas pretas). De forma análoga, se alguém escolhe D sobre C, significa que esse mesmo indivíduo, agora, acredita que é menos provável retirar uma bola vermelha a preta, configurando o paradoxo.

O resultado desse estudo, apesar de ter potencial para invalidar a TUE, foi pouco utilizado com esse propósito, de forma que a TUE continuou sendo ensinada amplamente. Por outro lado, foi importante para implementar a ideia que a aversão à ambiguidade representa, em situações de incerteza, uma variável que pode explicar uma certa irracionalidade. Indivíduos tendem a optar por ganhos certos a ganhos incertos.

Em síntese, como podemos perceber, a TUE acaba balizando a decisão pela maximização da função utilidade e isso acaba por não ser verdade no mundo real. Esta primeira ferramenta, segundo o presente estudo, é impotente para o nosso objetivo e, portanto, a descartaremos como solução final. A seguir, apresentaremos outra ferramenta com mesmo intuito, a Teoria dos Jogos.

1.4 TEORIA DOS JOGOS - QUANDO ESTAMOS JOGANDO?

A Teoria dos Jogos que usamos hoje, é a soma da contribuição de diversos matemáticos e economistas. Podemos encontrar alguns autores que contribuíram para ela já

no início do século XIX, mas a sua criação veio de fato com matemático Von Neumann (o mesmo citado no capítulo anterior), em seu livro *The Theory of Games and Economic Behaviour*. Apesar de ter fundado a base da Teoria dos Jogos, seu trabalho estava limitado a jogos de soma-zero (jogos em que as vantagens de uns representam o prejuízo dos outros, ou seja, a soma dos ganhos dos participantes é igual à soma do prejuízo do restante), o que restringia muito um assunto tão complexo. Foi apenas em meados de 1950, que John F. Nash Jr., um dos mais importantes matemáticos do século XX, definiu uma noção para modelos de jogos que não se restringia a jogos de soma zero, e dessa forma, sua contribuição foi de extrema importância para o desenvolvimento da Teoria dos Jogos como a conhecemos.

A fim de responder à pergunta que deu nome a esse tópico, precisamos primeiro definir o que é um jogo. Ronaldo Fiani (2009) define que:

“Situações que envolvam interações entre agentes racionais que se comportam estrategicamente podem ser analisadas formalmente como um jogo”

Assim, podemos concluir que um jogo seria uma representação formal das interações entre agentes racionais que se comportam de forma estratégica a fim de maximizar suas recompensas, considerando a interdependência entre as ações. Com intuito de aumentar a clareza dessa definição, analisaremos cada elemento individualmente:

- *Jogo como modelo formal* - este elemento só diz respeito às regras preestabelecidas para apresentar e estudar um jogo, de forma que haja uma metodologia comum evitando erros.
- *Interações* - este elemento representa a interdependência entre as ações, ou seja, a ação de cada um dos indivíduos acaba por afetar o restante.
- *Agentes* – são todos e quaisquer indivíduos, grupo de indivíduos, empresas, países, etc. capazes de interagir - tendo como definição o conceito anterior - com terceiros, ou seja, que tem a capacidade de decisão para afetar os demais.
- *Racionalidade* – já este elemento é a cerne deste trabalho, sendo um conceito complexo que envolve diversas áreas de estudo. Para a Teoria dos Jogos,

entretanto, ele diz respeito à empregabilidade de todos os meios disponíveis aos indivíduos, com a finalidade de alcançar seus objetivos.

- *Comportamento Estratégico* – este elemento representa a noção da interdependência das ações para cada agente. Ou seja, cada indivíduo tem completa consciência que as ações de outrem os afeta e que as suas ações afetam os outros, assim, cada um age pensando no que o outro fará. É importante ressaltar que na economia empírica - onde os jogos são utilizados como ferramentas com intuito de estudar o comportamento dos agentes - por exemplo, o comportamento estratégico não é um pressuposto.

Tendo definido o que é e o que compõe um jogo, podemos perceber claramente que a Teoria dos Jogos pode ser aplicada a inúmeras áreas e casos, dos mais simples como um “par ou ímpar” aos mais complexos como aplicações de barreiras de entrada, psicologia comportamental, ciência militar, etc. Ao longo desse trabalho, apresentaremos alguns desses jogos assim como os resultados experimentais de pesquisas aplicadas a eles. Porém, primeiro será necessário entender como se dá o processo de decisão de cada agente.

1.5 TEORIA DA ESCOLHA RACIONAL

Este breve item tem por objetivo apresentar uma das metodologias de escolha dos indivíduos, baseado na qualificação das suas preferências. Essa teoria envolve tanto os conceitos apresentados acima, como racionalidade, quanto novos conceitos como a Relação de Preferência Estrita e a Relação de Indiferença. Esses conceitos são necessários, pois o ato de escolher entre opções nem sempre envolve produtos homogêneos, onde as quantidades poderiam justificar as decisões.

Para melhor entendimento, considere-se o caso a seguir: digamos que um indivíduo tenha que escolher entre duas opções monetárias: Ganhar R\$5,00 ou R\$10,00. Claramente, atestando a racionalidade do indivíduo, ele escolheria a segunda opção, pois $R\$10,00 > R\$5,00$. Mas o que acontece quando são comparados elementos de dimensões distintas? É aí que entra a relação de preferência.

Dizemos que algo é ao menos tão bom quanto (\succcurlyeq) outro quando queremos impor uma relação de preferência. Por exemplo, seja um conjunto S de eventos de lazer e dois elementos $a, b \in S$ (por exemplo, cinema ou andar de skate, respectivamente). Dizemos que se $a \succcurlyeq b$, então para o indivíduo ir ao cinema é tão bom quanto andar de skate. É possível perceber que não há como afirmar se a supera b nas preferências do indivíduo, somente que uma opção é tão boa quanto a outra.

A partir dessa definição, conseguimos ainda chegar aos conceitos de Preferência Estrita e Indiferença. Sejam dois elementos $x, y \in S$, dizemos que x é preferência estrita (\succ) em relação a y se:

$$x \succ y \Leftrightarrow x \succcurlyeq y \text{ mas não } y \succcurlyeq x$$

Ou seja, x é tão bom quanto y mas y não é tão bom quanto x . Analogamente, conseguimos definir também o conceito de Indiferença, sendo:

$$x \sim y \Leftrightarrow x \succcurlyeq y \text{ e } y \succcurlyeq x$$

Isso quer dizer que x é pelo menos tão bom quanto y e y é pelo menos tão bom quanto x , e dessa forma, um é indiferente ao outro. A fim de finalizar esse item, voltamos à definição de racionalidade dos indivíduos. Para Teoria dos Jogos, afirmar que os indivíduos são racionais significa dizer que as suas preferências são racionais e para isso, é necessário respeitar algumas propriedades.

Basicamente, dizemos que a relação de preferência sobre um conjunto de escolhas possíveis A é **completa e transitiva**. O primeiro ponto diz respeito à consideração de que se há uma opção entre escolhas, é sempre possível dizer se uma é tão boa quanto a outra (e vice e versa) ou se há indiferença entre elas. Ou seja, os agentes são capazes de definir suas preferências dado qualquer opção de escolha. A questão da transitividade, por outro lado, diz respeito à existência de uma certa consistência entre escolhas, de forma em que se ir ao cinema é tão bom quanto andar de skate e andar de skate é tão bom quanto ir à praia, então ir ao cinema tem que ser tão bom quanto ir à praia.

Dessa forma, definimos a expectativa quanto à racionalidade dos jogadores, já que a junção dessas duas propriedades ordena as preferências de um jogador com relação a seus resultados.

1.6 EQUILÍBRIO DE NASH E EFICIÊNCIA DE PARETO

Após termos definido os pressupostos básicos e definições necessárias, apresentaremos a seguir um dos conceitos mais importantes da Teoria dos Jogos: o Equilíbrio de Nash. Esse conceito representa a metodologia para tomada de decisão, entre jogadores, dado um conjunto de estratégias dadas. Diz-se que existe Equilíbrio de Nash, quando cada estratégia adotada é a melhor resposta possível dada as estratégias de outros jogadores, sendo isso verdade para todos.

A metodologia de análise e busca pelo conjunto de estratégias que representa o Equilíbrio de Nash é dada fixando uma estratégia de determinado jogador e escolhendo a opção que trará maior recompensa ao outro. Realizado tal processo para cada ação, o Equilíbrio de Nash será aquele que coincide, para ambos os jogadores, a melhor opção, dada a ação do seu adversário.

Analisando esse método, chegaremos à conclusão de que a melhor combinação de estratégias, dadas as ações de cada jogador, seria aquela em que nenhum dos jogadores tem algum incentivo para mudar de estratégia. Essa corresponderia à maximização de recompensas da Teoria dos Jogos.

Outro ponto que devemos considerar, diz respeito ao conceito de Eficiência de Pareto. Diz-se que é um caso de Eficiência/ótimo de Pareto quando nenhum dos indivíduos presentes na determinada questão, consegue aumentar sua utilidade – recompensa – sem que haja uma piora na recompensa de um outro indivíduo.

Para dar clareza ao assunto, considere o Jogo a seguir:

Player 1	Player 2	
	A	B
A	1, 1	-1, 2
B	0, 0	0, 0

Utilizando a metodologia descrita acima, encontramos que o conjunto de estratégias que representa o Equilíbrio de Nash é $\{B, B\}$. É fácil verificar que as recompensas desse conjunto $(0, 0)$ são inferiores às recompensas se ambos os jogadores tivessem as estratégias $\{A, A\}$, e dessa forma, concluímos que apesar do Equilíbrio de Nash garantir que cada jogador adotou a melhor resposta às decisões dos demais, ele não garante que o resultado do jogo seja o melhor possível para os jogadores. O conjunto de estratégias Pareto Eficientes seria no caso $\{A, A\}$ com recompensas de $(1, 1)$, porém, o fato de cada jogador buscar o benefício próprio resulta em uma situação que não é o melhor para todos, conferindo assim, do ponto de vista Neoclássico, uma certa irracionalidade na solução desse jogo.

1.7 RESULTADOS EMPÍRICOS

Tendo apresentado os conceitos necessários para entender como se dá a análise dentro da Teoria dos Jogos, mostraremos a seguir algumas pesquisas feitas utilizando essa matéria como ferramenta a fim de explicar a ideia central dessa pesquisa: por que indivíduos tomam decisões irracionais. Para tanto, apresentaremos primeiro um dos jogos clássicos mais importantes da Teoria dos Jogos – o Dilema dos Prisioneiros – e depois o jogo dos bens públicos.

1.7.1 O DILEMA DOS PRISIONEIROS

O dilema dos prisioneiros é um dos jogos mais populares da Teoria dos Jogos e é apresentado da seguinte forma: suponha que dois ladrões foram presos pela polícia com algumas evidências circunstanciais, mas nada de flagrante ou definitivo. A polícia isola cada suspeito em diferentes salas e oferece a cada um deles uma proposta de cooperação.

Semelhante a uma delação premiada, se o indivíduo confessar o crime e seu parceiro não confessar, ele será libertado por sua cooperação e seu parceiro cumprirá pena na cadeia (no exemplo, quatro anos), sendo a recíproca verdadeira.

Se, por acaso, os dois confessarem, ambos terão de cumprir pena, sendo essa uma pena inferior por conta da confissão (no exemplo, dois anos). Por fim, embora a polícia não tenha informado aos suspeitos, ambos sabem que se não confessarem, serão soltos após cumprirem um ano de prisão, por um delito menor (no exemplo, vadiagem).

Ladrão 1	Ladrão 2	
	Confessa	Não Confessa
Confessa	-2, -2	0, -4
Não Confessa	-4, 0	-1, -1

Após analisarmos o jogo, percebemos que a melhor resposta para cada ação de qualquer um dos indivíduos, é confessar, e dessa forma, o Equilíbrio de Nash é justamente {Confessa, Confessa}. Embora não seja Pareto eficiente, de acordo com a Teoria dos Jogos, se os indivíduos agirem racionalmente, ambos confessarão o crime – pois se um mudar de ideia e não confessar, será mais prejudicado – e cumprirão a pena de dois anos cada. O que acontece, na verdade, é que a maioria dos indivíduos acaba cooperando ({Não confessa, Não confessa}) em situações semelhantes a essa. Segundo os estudos Ledyard (1995) e Dawes (1980), em experimentos utilizando o dilema dos prisioneiros simultâneo (os dois agentes decidem na mesma hora), as taxas de cooperação ficaram entre 40% e 60%, o que iria de encontro com a racionalidade sob a visão da Teoria dos Jogos.

1.7.2 O JOGO DOS BENS PÚBLICOS

O jogo dos bens públicos já foi analisado por diversos pesquisadores e sob a ótica de diversas áreas do conhecimento. Entenderemos sua aplicabilidade e importância no final deste tópico. O jogo se dá da seguinte maneira: inicialmente, os participantes são informados que o

jogo possui 10 *rounds* e que no final desses, cada participante receberá uma quantia de dinheiro real referente ao seu ganho durante o jogo. Os participantes formam um grupo (no exemplo, 4 participantes) e cada um deles recebe uma quantia em dinheiro, por exemplo, 20 u.m. (que no final serão trocadas por dinheiro real). Cada indivíduo, a cada *round*, doa parte de seu dinheiro para uma “conta comum” e o restante para sua própria conta privada. Ao final de cada *round*, o dono do experimento diz quantas unidades monetárias foram contribuídas para a conta comum e adiciona à conta privada de cada participante 40% do valor total. Assim, se um participante contribui com toda sua dotação, esse jogador perde 12 u.m mas os outros 3 recebem 8 u.m cada um (totalizando 28 u.m).

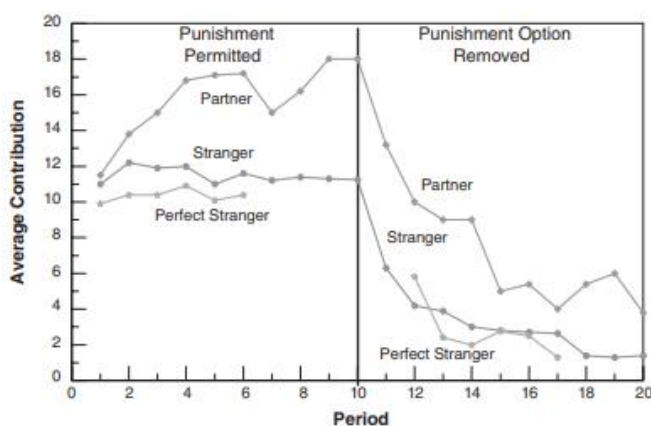
Um agente maximizador, na teoria, não contribuiria nada para a conta comum em **nenhum** dos *rounds*. O que acontece, na verdade, é que a maioria dos indivíduos começa a contribuir com aproximadamente 50% da sua dotação, porém, o tamanho da doação vai caindo ao passar dos *rounds* até que a maioria se comporta como um agente maximizador no último *round* (Dawes and Thaler 1988; Ledyard 1995). Em um outro estudo, Fehr e Schmidt (1999) descobriram que nos *rounds* iniciais, a média de contribuição ficou entre 40% e 60%, mas nos *rounds* finais 73% dos participantes não contribuíram e muitos outros contribuíram com quase nada. Mais uma vez, os resultados foram incompatíveis com os modelos com agentes egoístas – já que segundo eles, ninguém contribuiria em nenhum *round*. Após esses resultados demonstrando que a taxa de cooperação decaía, alguns economistas clássicos argumentaram que os indivíduos demoram aproximadamente 10 *rounds* para aprenderem a ser eficientes e racionais. Como resposta, diversos outros estudos foram feitos com um número superior de etapas (20, 40, 50 *rounds*) e os resultados foram os mesmos: a taxa de cooperação continuou por volta de 30% a 50% por longos períodos e só começaram a cair nos *rounds* próximos do último. A conclusão dos estudos foi que a redução da taxa de cooperação ao longo do tempo seria explicada pela retaliação dos agentes cooperativos para com os que pouco cooperavam, de forma em que reduzindo sua própria contribuição seria a única forma de punir os caronas (*free-riders*).

A importância desse tipo de jogo é que através dele (e de outros), foi comprovado que o indivíduo não se comporta de uma maneira puramente egoísta, mas sim que ele usa de uma certa reciprocidade para direcionar suas decisões. Para estudar a ideia de um agente reciprocador, foi utilizado o mesmo jogo, porém, foi introduzida a capacidade de punição a cada participante, pela qual os jogadores teriam que pagar uma taxa para multar outros indivíduos. Segundo a teoria clássica, nenhum jogador pagaria essa taxa para multar outros, e

dessa forma, como nenhum jogador seria multado, todos os jogadores continuariam não contribuindo para a “conta comum”.

Os autores dessas pesquisas encontraram um alto nível de comportamento punitivo nessa versão do jogo dos bens públicos. Fehr e Gächter (2000) realizaram um experimento com três diferentes métodos de ordenação para grupos de quatro pessoas. Os indivíduos jogaram dez *rounds* desse mesmo jogo com a possibilidade de punições ao final de cada *round*. A ordenação se dava da seguinte forma: sob o Grupo Parceiros – os quatro indivíduos ficariam no mesmo grupo durante todos os dez *round*; sob o Grupo Estranhos – os indivíduos eram rearranjados aleatoriamente depois de cada *round*; por fim, sob o Grupo Estranhos Perfeitos – os indivíduos eram rearranjados aleatoriamente e com a garantia que não encontrariam novamente as pessoas do mesmo grupo.

O experimento foi realizado primeiramente com a possibilidade de punição e depois sem essa punição. O que foi observado é que com a possibilidade de punição, a deterioração da cooperação não acontece como visto anteriormente e no caso do Grupo Parceiros a cooperação entre os agentes, apesar do anonimato, aumenta a cada *round* (quase chegando a cooperação total), mesmo nos *rounds* finais. Por outro lado, quando a punição não é permitida, esse mesmo grupo apresenta a queda do nível de cooperação visto no início do capítulo. Outro ponto observado foi a diferença entre as taxas de punição entre os três grupos. A explicação estaria relacionada à credibilidade de ameaça de punição entre grupos, já que no Grupo Parceria, os indivíduos teriam certeza que encontrariam os mesmos participantes, diferente do Grupo Estranhos e do Grupo Estranhos Perfeitos.



Fonte: <https://www.umass.edu/preferen/gintis/moral%20sentiments.pdf>

Através dos resultados, em que 75% dos atos de punição foram realizados por indivíduos que contribuíaam acima da média, Fehr e Gächter chegaram à conclusão que agentes que contribuem muito serão muito punitivos e que agentes que sofrem punições geralmente contribuem pouco. Isso reitera a ideia de um agente reciprocador.

1.8 O AGENTE RECIPROCADOR E A RECIPROCIDADE FORTE

Como dito na introdução, o objetivo desse trabalho é tentar encontrar a teoria ou área do conhecimento que explique, de forma plausível, o processo de decisão do indivíduo com foco na racionalidade do mesmo. Nos tópicos anteriores, chegamos à conclusão de que o agente maximizador previsto pela Teoria Neoclássica é falho e que não representa o indivíduo do mundo real. Em seu lugar, a ideia de um agente reciprocador tomou força, tanto na teoria quanto nos seus resultados práticos.

A teoria da Reciprocidade Forte nada mais seria do que a ideia que os indivíduos têm uma predisposição de cooperar com outros e de punir (mesmo que a um custo pessoal e irrecuperável, se necessário) aqueles que violem as “normas” sociais de cooperação. Ou seja, ao invés de se comportar pensando somente na maximização da sua utilidade, o indivíduo se comporta de uma forma altruísta – enquanto os outros se comportarem da mesma forma – e de uma forma punitiva àqueles que se comportam de maneira injusta de acordo com as normas de cooperação esperadas.

Em síntese, este capítulo se encerra com a apresentação de duas ferramentas, de um novo conceito e algumas ressalvas. Podemos perceber que claramente há diferenças no processo de tomada de decisão segundo a TUE e a Teoria dos Jogos. A principal delas seria que o indivíduo sob a ótica da TUE age de forma individual, ignorando o que os outros possam estar fazendo. Na Teoria dos Jogos, por outro lado, como a ação do indivíduo depende da ação do outro, a decisão tem uma base mais coletiva. No entanto, é necessário adicionar uma ressalva que os dois métodos, apesar de diferentes, utilizam de uma ideologia

maximizadora, que segundo os resultados dos estudos apresentados durante o capítulo, foge à realidade e, portanto, não geram eficácia. A diferença é que a Teoria dos Jogos, embora não sirva como material teórico para explicar nosso objetivo central, serve como uma ferramenta de auxílio para fazê-lo – através da Neuroeconomia.

CAPÍTULO II – NEUROECONOMIA

Nos capítulos anteriores apresentamos e discorremos sobre possíveis ferramentas que poderiam nos ajudar a entender melhor a relação entre racionalidade e a tomada de decisão. No entanto, chegamos a conclusão que tais ferramentas não representavam a realidade. De tal forma que faz-se necessário a apresentação de mais uma.

Este último capítulo tem como objetivo pinçar alguns elementos relevantes de uma nova área de estudo, a Neuroeconomia, assim como suas pesquisas e seus resultados. Para tal, por se tratar de uma área relativamente nova, será feita uma breve introdução, seguida de algumas explicações sobre anatomia do cérebro e técnicas de medição de pesquisas e por fim, alguns experimentos e as conclusões do estudo.

A Neuroeconomia é uma área transdisciplinar que usa de técnicas de medição da neurociência para identificar os substratos neurais associados às decisões econômicas. Essa nova esfera de pesquisa utiliza da integração de ideias oriundas da Psicologia, da Economia, da Neurociência e de estudos comportamentais para criação de modelos que buscam explicar melhor os processos de tomada de decisão.

Podemos dizer, também, que a Neuroeconomia é a filha da Bioeconomia, da Economia Comportamental e da Neurociência. A Bioeconomia é a parte da Economia que tem como objetivo usar a Biologia evolucionária para construção de modelos que preveem o comportamento humano. A Bioeconomia foca nas causas do comportamento do ponto de vista evolucionário. Por sua vez, a Economia Comportamental é a área da Economia que usa as descobertas da Psicologia cognitiva para entender melhor a tomada de decisão humana. De forma distinta da Bioeconomia, ela foca em como a Psicologia afeta as decisões. Já a Neurociência nada mais é do que o estudo científico do sistema nervoso.

Como resultado da aplicação conjunta dessas diferentes áreas do conhecimento, a Neuroeconomia busca descobrir e explicar o que acontece dentro do cérebro cada vez que tomamos uma decisão. O grande potencial de aplicação dessa nova disciplina e suas aplicações podem ser evidenciados desde sua primeira conferência plenária, realizada em

2003, que contava com aproximadamente um terço de PhD.s em Economia, um terço de PhD.s em Neurociência e um terço de médicos com títulos acadêmicos de doutorado.

A Economia, por sua vez, contribui para o estudo na medida em que seus modelos econômicos permitem que indivíduos consigam, como mostrado nos capítulos anteriores, valorar recompensas, mesmo que nem sempre monetárias, e escolher entre as alternativas. Esse processo de tomada de decisão, apesar de parecer simples, pois envolveria somente a obtenção de informação a respeito das possíveis ações, valoração de tais ações e escolha entre elas; torna-se, neurologicamente falando, demasiadamente complicado, já que essas três etapas podem ser quebradas em: determinar o objetivo dos indivíduos; filtrar as informações recebidas; acessar as memórias de eventos semelhantes; usar a heurística e identificar as restrições no processo cognitivo.

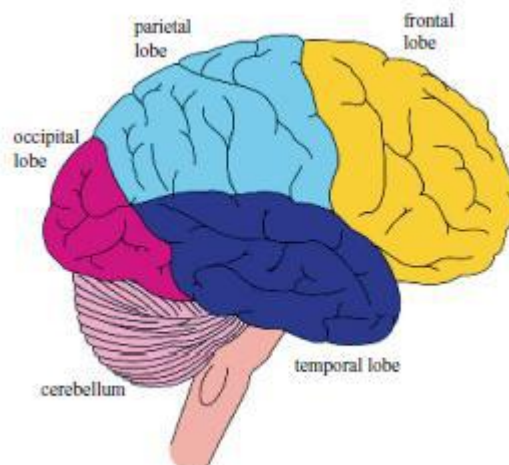
Além disso, é fácil perceber que há uma afinidade natural entre a Economia e a Neurociência, visto que a primeira, é uma ciência que trabalha com a tomada de decisão e seus modelos podem ser aplicados a inúmeras espécies e comportamentos; a segunda, por sua vez, tem um imenso arsenal de métodos de medição, ainda que historicamente tenha focado em alguns tipos de comportamento. Dessa forma, enquanto uma ciência produziu e testou modelos comportamentais sem saber o que produzia esses comportamentos, a outra possuía uma longa caixa de ferramentas prontas para tal pesquisa.

2.1 FISIOLOGIA CEREBRAL E METODOS DE ANÁLISE

Para compreender melhor o objeto que estamos analisando, é importante iniciar apresentando aspectos mais propriamente fisiológicos do cérebro humano, tal como descritos pela neurociência.

Há aproximadamente 100 bilhões de neurônios no cérebro humano e cada um está diretamente conectado a um número entre 1.000 a 10.000 outros neurônios. A matéria cinzenta (neurônios) corresponde a quase 40% do cérebro e consome aproximadamente 94% de todo oxigênio cerebral (Zak, P. 2004), por conta dos seus impulsos elétricos responsáveis pela comunicação intraneural.

O córtex cerebral pode ser dividido em quatro partições, chamadas de lobos: lobo frontal (responsável pelo planejamento de ações e movimento, pensamento abstrato, estratégia e ligações emocionais); lobo temporal (responsável pelo processamento e identificação de estímulos auditivos), lobo parietal (responsável pela recepção, análise e interpretação de sensações); e lobo occipital (responsável por processar e identificar estímulos visuais).



Fonte: <https://royalsocietypublishing.org/doi/abs/10.1098/rstb.2004.1544>

Quanto à metodologia de avaliação da atividade cerebral, a neurociência possui à sua disposição um leque enorme de testes para diferentes estudos, como por exemplo: exames de sangue, urina, fluido espinhal cerebral, repostas à infusão de substâncias, medição da atividade elétrica de neurônios, PET (Tomografia computadorizada por emissão de pósitrons), fMRI (Imagem por Ressonância magnética funcional), EEG (Eletroencefalograma), etc. Entretanto, a fins de estudo da Neuroeconomia, estes últimos são mais comumente usados, e dessa forma, apresentaremos somente eles.

O estudo PET foi usado pela primeira vez em humanos em meados de 1970. Ele consiste na injeção de um isótopo radioativo que emite pósitrons no paciente e depois o mesmo realiza uma tomografia, capturando o choque entre um pósitron e um elétron, que resulta na emissão de raios gama. A transmissão de um impulso nervoso consome glicose e oxigênio e por conta disso, torna-se necessário um aumento do fluxo sanguíneo na área para repor essas substâncias. Acontece que o sangue chega a essas regiões na mesma proporção que os neurônios emitem esses impulsos e assim, o PET consegue medir a acumulação do

marcador radioativo nas regiões cerebrais e descobrir onde está sendo realizada a “ativação” neural.

O fMRI, por sua vez, foi testado em humanos somente em 1992. Esse teste é responsável por detectar as variações no fluxo sanguíneo em resposta à atividade neural, semelhante ao exame PET, porém sem a injeção de isótopos radioativos e sim com o estudo de sinais BOLD (*blood oxygen level-dependent*). Por não ser necessário a injeção de nenhuma substância, o fMRI não possui nenhuma restrição de tempo quanto ao número de exames que um mesmo paciente pode fazer, diferentemente do exame PET, que só pode ser feito duas vezes ao ano.

Como dito anteriormente, tais exames são de suma importância para a Neuroeconomia, já que seus estudos só são possíveis graças aos dados obtidos através deles. É possível identificar, por exemplo, o papel que as emoções têm nas decisões ao se obter dados de ativação neural em determinadas áreas do cérebro. Além disso, é importante ressaltar que esses dois tipos de exame têm como semelhança a importância dos grupos de controle para sua boa funcionalidade. Isso ocorre porque seus resultados dependem da subtração da medição da atividade cerebral durante a tarefa de interesse pela medição da atividade cerebral durante uma tarefa de controle. Essa tarefa de controle funciona como uma linha de referência para o estudo e é uma das etapas mais importantes do exame, de forma em que se o grupo de controle for mal construído, os resultados do exame podem não ter significância.

2.2 NEUROECONOMIA APLICADA

Após a apresentação básica da fisiologia cerebral e das técnicas de pesquisa, focaremos nos estudos realizados, comentando sobre a qualificação de recompensas, o papel das emoções nas decisões e sobre decisões irracionais.

2.2.1 QUALIFICANDO RECOMPENSAS

Nos capítulos anteriores vimos o papel que as recompensas representam, tanto numa visão Neoclássica da pura maximização da utilidade (quanto maior, melhor), quanto na qualificação das preferências, onde uma maior quantidade nem sempre representa a melhor alternativa, para o agente reciprocador. Mas como será que acontece de fato, a nível cerebral, o processo de qualificação de recompensas para a tomada de decisão?

Para entender mais sobre essa questão, Platt & Glimcher (1999) treinaram uma espécie de macaco para responder a um estímulo visual, e caso ele acertasse, ele receberia uma recompensa. No estudo, os macacos deveriam apenas olhar para um ponto (direita ou esquerda) e se fosse o ponto previamente escolhido pelos pesquisadores, eles recebiam uma certa quantidade de suco. Os pesquisadores conseguiram identificar uma ativação neural na chamada área LIP (lateral intraparietal) quando os macacos correlacionavam a recompensa ao acerto. Foi descoberto que 62,5% da ativação neural da área LIP estava relacionada ao ganho esperado e que os neurônios dessa área “realizavam” os cálculos necessários para qualificar as recompensas provenientes de cada ação. Os pesquisadores foram além e conseguiram aprofundar a questão e correlacioná-la com a economia: foi teorizado, após diversos experimentos comportamentais com macacos e recompensas, que a área LIP poderia representar a tão falada função utilidade no cérebro dos macacos, servindo para qualificar/quantificar as recompensas de cada ação e influenciar na tomada de decisão. É necessário ressaltar, entretanto, que apesar de ser um teste simples e dada as imensas divergências entre o cérebro humano e o cérebro do macaco, essa pesquisa foi bastante significativa para a Neuroeconomia.

Com o mesmo intuito do estudo anterior, Knutson *et al.* (2001) conseguiram separar a expectativa e antecipação de uma recompensa, com a sua realização de fato. O experimento consistia em nove indivíduos respondendo à apresentação de uma cor, com o aperto de um botão em certo tempo: o aperto do botão na cor amarela seria recompensado com \$1,00 dólar; a resposta para a cor azul não traria recompensas; e a cor vermelha não exigia o aperto do botão. Após cada etapa do experimento, era dito aos participantes quanto eles tinham ganhado nessa etapa e qual era o seu montante. Através de sinais do fMRI, coletado antes e depois do feedback dos pesquisadores, foi identificado que a expectativa de uma recompensa produz atividade neural no estriado ventral, enquanto o ganho de uma recompensa produz uma atividade no córtex medial pré-frontal (MPFC).

O que foi descoberto, nesse caso, é que quando uma expectativa é realizada, ou seja, acontece, há uma ativação do MPFC; por outro lado, se há uma expectativa e ela não se realiza, há uma desativação da mesma área. Essa característica do MPFC faz com que, segundo Knutson e seus colegas, ele seja considerado como uma função utilidade, conseguindo discriminar entre resultado de ganhos e de não-ganhos.

Outro estudo que teve grande aplicação sobre a qualificação de recompensas foi o de Barraclough *et al.* (2004). Nele, macacos foram treinados para jogar uma variação do *matching pennies* contra computadores – jogo análogo ao cara e coroa. Foi descoberto que os macacos aprenderam rapidamente que escolhas aleatórias maximizavam seus ganhos e que o histórico das escolhas por parte dos computadores influenciavam na decisão do primata. Foi utilizado um método de escaneamento cerebral (assim como PET ou fMRI) e encontrado uma ativação no córtex pré-frontal dorsolateral (DLPFC), onde 37% dessa ativação estava relacionada à recompensa da etapa anterior e 39% estava relacionada a escolha anterior. Isso indica que o DLPFC também faz parte da neurofisiologia da escolha, porém, a ativação dessa região está relacionada à memória de trabalho (atividade de armazenamento e de utilização de informação ligada à realização de uma tarefa). Dessa forma, especificamente para esses casos, o DLPFC também seria uma personificação da função utilidade, já que o valor de uma recompensa – e sua eventual qualificação - pode ser afetado pela memória do recebimento de recompensas semelhantes.

Em síntese, segundo esses estudos é possível que regiões como MPFC, área LIP, DLPFC outras possam ser consideradas o que chamamos de função utilidade para diferentes espécies, de acordo com os pesquisadores. No entanto, o que ainda não foi descoberto é qual a região do cérebro que tem a decisão final, quando essas funções utilidade acabam por gerar informações conflitantes. Outro ponto importante de ser ressaltado é a forte presença da dopamina nesses experimentos. Segundo a Academia Brasileira de Neurologia, a dopamina é um neurotransmissor (substância química que ajuda na transmissão de mensagens entre as células nervosas) cujas funções estão relacionadas à regulação do humor e estresse, controle de funções motoras, estimulação da memória, apetite, sono, etc. Além disso, a ativação que a dopamina realiza no sistema límbico está relacionada ao controle do comportamento emocional e às sensações de recompensa, como prazer e satisfação (Vanderson *et al.*, 2008). Dessa forma, a presença desse neurotransmissor nesses experimentos pode ser evidência que talvez o fator emoção seja uma das chaves para entender melhor a tomada de decisão.

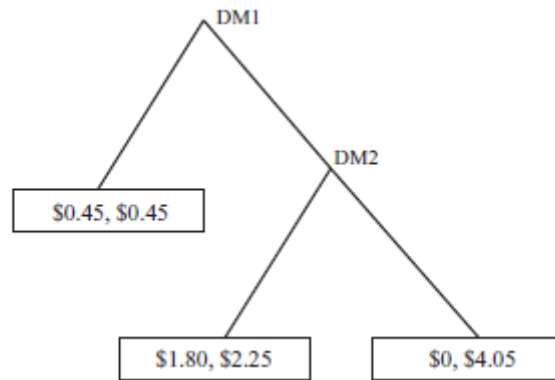
2.2.3 PAPEL DAS EMOÇÕES NA TOMADA DE DECISÃO

É quase um senso comum afirmar que as emoções representam um papel importante no processo de tomada de decisão. Apesar de ser conhecimento geral, como de fato elas operam? Segundo os estudos que apresentaremos a seguir, quanto menos informações os indivíduos possuem ao ter que decidir por algo, mais importante torna-se o fator emocional na escolha entre alternativas.

Para tarefas que não é possível decidir através de cogitação ou razão, respostas emocionais provêm informação adicional que podem guiar na escolha. O estudo de Lo & Repin (2002) funcionou analisando *traders* do mercado de câmbio e a volatilidade do mercado. O grupo estudado, cedido por uma *asset* de Boston, era composto por dez *traders* enquanto operavam com contratos iguais ou superiores a U\$1 milhão.

Como resultado, todos os *traders* apresentaram um aumento do sistema cardiovascular e eletrodermal durante períodos de alta volatilidade do mercado, ou seja, rápidos movimentos do mercado ativaram o sistema nervoso simpático, o que pode ser entendido como respostas emocionais. Além disso, os *traders* mais antigos do estudo apresentavam respostas reduzidas do sistema nervoso simpático para dada volatilidade. Isso significa que os *traders* mais experientes aprenderam a reprimir suas emoções – a fim de se desempenhar melhor - ou então que os *traders* emocionalmente frágeis largaram seus empregos.

Outro estudo importante para essa questão, foi o de McCabe *et al.*(2001), que através do fMRI procurou entender as motivações para os comportamentos de cooperação. Para o estudo, foi utilizado o jogo sequencial que apresentaremos a seguir: Dois jogadores, J1 e J2, deverão tomar decisões em sequência, da forma que ambos só podem decidir se cooperam e dão sequência ao jogo, ou se rejeitam e o jogo é finalizado. J1 começa decidindo, se optar por rejeitar, o jogo termina com recompensas em { $\$0.45, \0.45 }; caso coopere, a rodada passa para J2. Este último pode rejeitar e finalizar o jogo com recompensas { $0, \$4.05$ } ou também cooperar e o jogo acaba com recompensas { $\$1.80, \2.25 }.



O resultado desse experimento é rico em conceitos utilizados nessa monografia. Primeiro que segundo a Teoria dos Jogos, o equilíbrio de Nash está representado no conjunto de estratégias {rejeita, rejeita} e, portanto, os indivíduos deveriam fazê-lo. Na realidade, metade dos casos da pesquisa rejeitou e a outra metade cooperou.

O que foi percebido é que em ambos os casos houve uma ativação neural na região do Córtex Orbitofrontal Medial. Essa região é associada àquilo que algumas pessoas chamam de Teoria da Mente. Essa teoria diz respeito à capacidade humana de se “botar no lugar do outro” e tomar a decisão imaginando o que você faria se estivesse no lugar da outra pessoa. Além disso, as pessoas que rejeitavam também o fizeram por preferir a satisfação de uma recompensa imediata.

Por fim, a cooperação acontecia por dois motivos, além da Teoria da Mente: primeiro que acreditavam que poderiam receber uma recompensa maior (tanto pelo aumento dos *pay-offs*, quanto pela espera) e segundo, mais importante, pela preocupação dos conflitos internos entre ganhar mais dinheiro ou ter um comportamento social mais aceitável. Este último pode ser entendido como resposta emocional à decisão.

2.2.4 DECISÕES IRRACIONAIS

O presente tópico procura apresentar casos em que os resultados entre as teorias e a realidade divergem, com foco na racionalidade humana. Primeiramente apresentaremos o

Dilema do Viajante e em seguida, pesquisas neuroeconômicas que utilizaram do Jogo do Ditador e do Jogo do Ultimato para comprovar suas teorias.

2.2.4.1 DILEMA DO VIAJANTE

O dilema do viajante consiste na suposição que duas pessoas, J1 e J2, estão voltando de viagem com uma antiguidade – objeto antigo - idêntica. Porém, por algum problema no voo, ambas as peças foram quebradas. Como de praxe, a companhia aérea se comprometeu a ressarcir os passageiros, mas não sabia ao certo o valor a oferecer, visto que se tratava de uma antiguidade e caso perguntasse aos passageiros o real valor, eles poderiam inflacioná-lo.

Após alguns momentos de reflexão, o responsável pela companhia aérea chegou a uma solução. Ele pediu para cada um dos passageiros escrever o valor justo da antiguidade - entre 2 e 100 unidades monetárias (u.m) - sem que eles se comunicassem. Caso ambos escrevessem o mesmo valor, esse seria considerado o justo e a companhia aceitaria pagar tal quantia, entretanto, caso os valores fossem distintos, a companhia entenderia que o menor valor é o justo e que a outra pessoa estava inflacionando o preço. Se esse último acontecesse, a companhia pagaria o menor valor a ambos os passageiros, junto a um bônus e uma penalidade – quem citou o menor valor receberá 2 u.m a mais e quem disse o maior valor receberá 2 u.m a menos.

Seguindo um comportamento racional tradicional, o valor que deveria ser escolhido por ambos é de 2 u.m. Isso acontece porque em um primeiro momento ambos os jogadores devem pensar no maior valor possível, 100 u.m., mas após breve reflexão, um deles chega à conclusão que se escolher 99 u.m. e a outra pessoa 100 u.m, ele ganharia um pouco a mais. Acontece que isso é verdade para os dois jogadores, e seguindo a mesma lógica, isso leva um deles a escolher 98 u.m a 99 u.m, gerando um ciclo vicioso decrescente que levará ambos a menor recompensa possível, 2 u.m.

Tal jogo possui um paradoxo lógico de racionalidade, visto que ao ser testado na vida real - Basu (2007) - a maioria das pessoas escolhe 100 u.m ou um valor próximo dele, contestando as teorias tradicionais sobre tomada de decisão e racionalidade. Nesse caso, as maiores recompensas são recebidas quando os jogadores se comportam de maneira avessa à concepção tradicional, representado pela escolha de 2 u.m. Ou seja, um comportamento que inicialmente iria de encontro com a racionalidade maximizadora (a escolha de um valor próximo a 100 u.m), acaba resultando no melhor resultado possível aos jogadores, e dessa forma, de uma maneira paradoxal, seria o comportamento mais racional possível.

2.2.4.2 JOGOS DO ULTIMATO E DO DITADOR

O jogo do ultimato também é um dos exemplos que evidenciam a tomada de decisão aparentemente irracional por parte dos indivíduos, e por isso, é um dos jogos mais utilizados nos experimentos de Neuroeconomia. O jogo consiste na divisão de uma determinada quantia, digamos 10 u.m. O primeiro jogador escolhe qual fração desse valor ele partilhará com o segundo, e este, por sua vez, escolhe se aceita ou rejeita a proposta. Caso ele aceite, o dinheiro será dividido como proposto pelo primeiro jogador; caso rejeite, os dois jogadores não recebem quantia alguma. Não há comunicação entre os jogadores e a eles é dito que só participarão do jogo uma única vez.

O resultado desse jogo é intrigante, visto que segundo as teorias da economia tradicional, qualquer valor proposto acima de 0 u.m deveria ser aceito pelo segundo jogador. Dessa forma, pensando na maximização de lucros, o primeiro jogador deveria propor a menor fração possível e o segundo jogador deveria aceitá-la, já que qualquer valor é melhor que nenhum valor. Na prática, entretanto, quase sempre que o primeiro jogador oferece um valor 30% inferior ao valor recebido, o segundo jogador recusa a proposta, algo que pode ser considerado como irracional.

Sanfey *et al.* (2003) modificaram esse jogo do ultimato fazendo com que somente fossem possíveis as recompensas: {R\$5, R\$5}, {R\$7, R\$3}, {R\$8, R\$2} e {R\$9, R\$1}. Um computador fez o papel do primeiro jogador e metade dos “segundo jogadores” acreditava jogar com humanos. O resultado da pesquisa, captada por fMRI, é que quanto maior a

injustiça de uma proposta, maior é a ativação da ínsula anterior, área que já foi associada aos sentimentos de repulsa, dor, raiva, etc. Ou seja, a irracionalidade de rejeitar dinheiro está possivelmente relacionada ao sentimento de injustiça, o que evidencia a força que as emoções têm na tomada de decisão. Tal resultado ratifica a teoria de Reciprocidade Forte e de um agente não maximizador, mas reciprocador.

Outra descoberta dessa pesquisa é que a taxa de rejeição de ofertas injustas feitas por parceiros humanos chega a ser três vezes maior que a taxa de rejeição quando o proponente é um computador. Isso demonstra que os sentimentos descritos anteriormente, relacionados a emoção e sociabilidade, desaparecem quando o outro jogador é um computador e dessa forma, a ativação neural na ínsula anterior também é reduzida. Assim, embora os *trade-offs* e os cálculos monetários fossem os mesmos, o que resultaria no indivíduo racional se comportando da mesma forma, os indivíduos leem diferente uma proposta desleal vinda de outro ser humano, o que causa possivelmente um sentimento de injustiça e uma resposta menos racional.

O jogo do ditador, por sua vez, foi utilizado como complemento das pesquisas com o jogo do ultimato. O seu uso teve a finalidade de investigar se as propostas do jogo do ultimato eram realizadas pelo medo de rejeição do segundo jogador. O jogo do ditador é semelhante ao jogo do ultimato, porém, ao invés do segundo jogador ter a opção de aceitar ou rejeitar, ele agora não o tem. Por não haver a possibilidade de rejeição por parte do segundo jogador, o primeiro jogador, mais do que nunca, deveria agir conforme sua única maximização de lucros da teoria econômica tradicional.

Na pesquisa feita por Krueger *et al.* (2008) mais uma vez a teoria falhou face à realidade. Dentre todos os participantes desse jogo, 79% escolheram uma divisão equitativa enquanto 21% mantiveram todo o dinheiro. Os autores concluíram com essa hipótese que a divisão feita pelos participantes pode ser entendida como medida de altruísmo e empatia que os indivíduos têm entre si, mais uma vez, concordando com a teoria da reciprocidade forte. No mesmo estudo, quando o segundo jogador era um computador com decisões randômicas, o número de participantes que não doaram nada subiu para 64%.

2.2.4.3 JOGO DA CONFIANÇA

O jogo da confiança consiste em dois jogadores, J1 e J2, que recebem U\$10,00 e devem partilhar seu dinheiro da seguinte forma: J1 deverá dar qualquer quantidade do seu dinheiro para J2. Este, por sua vez, receberá três vezes o valor doado por J1 e então deverá retornar alguma quantia do seu total ($10 + 3x$, sendo x valor doado por J1). Todos os jogadores podem optar por não doar nada, mas caso J1 decida doar algo e J2 honre a confiança nele depositada, ambos terão recompensas maiores que as iniciais. Segundo a economia tradicional, J1 não doaria nada e J2 manteria sua quantia, segundo o individualismo e autointeresse. Já sob a ótica da teoria dos jogos, todo J2 procuraria maximizar seus ganhos e não honraria a confiança nele depositada por J1, esse último, sabendo disso, também não doaria nada a J2. Mais uma vez, a realidade contrariou a teoria e na sua maioria, J1 doava quase que integralmente seu dinheiro e J2 retornava grande parte da sua quantia (Sanfey, 2007; Sanfey e Dorris, 2009; Tassi, 2011).

No estudo de Zak *et al.* (2004) foi realizado um experimento baseado nesse jogo, porém a fim de obter e mensurar confiança, foi falado para parte do grupo de J2 que eles estariam jogando com um computador e, portanto, o primeiro valor doado por J1 seria aleatório. Após diversas repetições desse jogo com os mesmos jogadores, foi identificado um aumento do nível de ocitocina de J2. A ocitocina é um hormônio que ativa o sistema uma parte do Sistema Nervoso Central e ajuda a liberar dopamina, citada anteriormente. Os estudos experimentais de Kosfeld *et al.* (2005) e Domes *et al.* (2007) comprovam que os níveis elevados desse hormônio promovem aumento da confiança interpessoal, redução da ansiedade e aumento da calma.

Dessa forma, o aumento do nível de ocitocina de J2, resultado do experimento de Paul Zak, foi relacionado tanto à confiança demonstrada por J1 nas jogadas anteriores, quanto à intenção de retribuição por parte dos J2.

Além disso, comparando os níveis de ocitocina de todos os J2, aqueles que acreditavam estarem recebendo dinheiro de outra pessoa possuíam quase o dobro de ocitocina no sangue do que aqueles que acreditavam ter recebido aleatoriamente e, dessa forma, doavam uma maior quantia de volta ao primeiro. Assim, a equipe de Zak concluiu que a

ocitocina é fortemente associada a comportamentos de confiança, sendo o motivador fisiológico para cooperação.

Em um estudo posterior de Zak *et al* (2005), a mesma pesquisa foi feita, porém alguns jogadores recebiam uma solução contendo ocitocina e o restante recebia placebo. Do grupo de J2, os jogadores que receberam ocitocina retornaram 17% mais dinheiro do que o grupo-placebo e, além disso, o número de casos que J2 retornaram o máximo de dinheiro que eles ganharam do J1 aumentou de 21% para 45%. Como a quantidade que J1 investe é uma medida do quanto ele espera receber e a quantidade que J2 retorna é uma medida de confiabilidade, os pesquisadores concluíram ser possível medir a confiança de forma numérica, e assim, a empregabilidade do resultado desses estudos tem grande importância.

CAPÍTULO III - CONCLUSÃO

O presente trabalho tinha como objetivo entender por que indivíduos por vezes acabam tomando decisões irracionais segundo a economia tradicional. Para tal, procurou entender melhor determinadas teorias e acabou chegando a conclusões distintas para cada uma delas.

Diferentemente do que é visto na economia tradicional com o *homo economicus* – ser fictício completamente racional, que busca maximização de utilidade e minimização de custos, dotado de completa informação e interesses individuais – a realidade apresenta diversas incompatibilidades com os seus pressupostos centrais. Foi visto também que a Teoria da Utilidade Esperada pôde ser falseada com dois diferentes paradoxos – Allais e Ellsberg – e dessa forma, concluímos que ela não representaria a melhor teoria para entender a racionalidade - ou a falta dela. Vale lembrar, que o paradoxo de Ellsberg foi de suma importância para criação de diversas teorias econômica posteriores, como a Teoria do Prospecto, Kahneman & Tversky (1979).

Dando prosseguimento ao trabalho, apresentamos outra ferramenta de pesquisa para melhor entender a tomada de decisão – a Teoria dos Jogos. Após breve introdução quanto aos conceitos e termos necessários, vimos como os jogos podem ser aplicados à realidade. Conseguimos entender um pouco mais sobre as preferências dos indivíduos e que as suas tomadas de decisão, dependiam não só de uma maximização unilateral, como também de estratégias referentes à decisão de terceiros.

Chegamos à conclusão que a teoria dos jogos é uma ferramenta de imenso valor na criação de modelos e situações estratégias que simplificam a complexidade da vida real e permitem não só entender melhor a tomada de decisão do ponto de vista da própria teoria, mas que possibilitam que outras áreas do conhecimento, como a neurociência e psicologia, consigam provar, através de experimentos, suas teorias. Apesar disso, mesmo que tenhamos chegado à Teoria da Reciprocidade Forte com suas pesquisas, a Teoria dos Jogos ainda não consegue explicar o exato porque, do ponto de vista fisiológico, de certas decisões serem tomadas, e dessa forma, vimos que era necessário olhar para o tema sob uma outra ótica.

Por fim e talvez mais importante, veio a apresentação da Neuroeconomia, área interdisciplinar que surgiu com intuito de cobrir as lacunas que diversas áreas do

conhecimento não conseguiam responder sozinhas. No capítulo destinado a essa matéria, após breve introdução e apresentação do cérebro e técnicas de pesquisa, vimos diferentes tipos de pesquisa, seus resultados e fomos capazes de tirar diversas conclusões.

Diferentes estudos tinham o objetivo que mapear a área cerebral responsável pela qualificação de recompensas. Com experimentos que envolviam desde primatas à voluntários do mercado financeiro, descobrimos as possíveis áreas responsáveis para diferentes tipos de tomada de decisão, como MPFC, área LIP e DLPFC. Dessa forma, hipóteses foram criadas e diferentes cientistas chegaram à conclusão que tais áreas poderiam ser a personificação da função utilidade, tanto falada nas teorias econômicas.

Foi possível também, entender um pouco mais sobre o papel das emoções nas decisões humanas. Pudemos perceber que quanto maiores as incertezas e ambiguidades presentes num processo de decisão, maior o potencial de ação das emoções na tomada de decisão. Ou seja, quando a razão não consegue ser suficiente para decidir o que fazer, a emoção assume o volante e acaba por decidir.

Além disso, vimos também que a emoção pode ser um dos elementos que mais explicam uma tomada de decisão considerada irracional. Representado pelo jogo do ultimato, vimos como a ínsula anterior – área relacionada ao sentimento de repulsa – pôde ser a responsável por indivíduos rejeitando algum ganho monetário por pensar estar sofrendo alguma injustiça. No jogo do ditador, por sua vez, vimos como a empatia e altruísmo podem também explicar a não maximização da utilidade individual.

Esses resultados corroboram com a visão apresentada pelo Nobel de Economia, Daniel Kahneman, em seu livro “Rápido e Devagar”. Segundo ele, dois diferentes sistemas são responsáveis pela decisão humana, o Sistema 1 e o Sistema 2. O Sistema 1 é rápido, intuitivo, emocional e acaba por gerar decisões quase que automáticas e involuntárias, como por exemplo, como proceder em situações de perigo. O Sistema 2, por sua vez, é um sistema mais devagar, lógico e cauteloso, que requer concentração e esforço para ser acionado, pois utiliza de cálculos conscientes para chegar a decisões. O problema apresentado por Kahneman, acontece quando acabamos por usar o Sistema 1 em situações que deveriam ter o Sistema 2 como volante. Dessa forma, o Sistema 1 - usando de uma memória associativa de situações vividas no passado ou de crenças formadas no Sistema 2 - gera respostas emocionais, muitas vezes precipitadas, resultando em decisões que podem ir de encontro à racionalidade maximizadora citada anteriormente.

Já no último experimento apresentado, representado pelo jogo da confiança, vimos também a possível relação da presença de um hormônio – ocitocina – com a tomada de decisão. Foi descoberto que esse hormônio não só está diretamente relacionado a atos de confiança, como também incentivam a comportamentos de cooperação. Se pensarmos que a confiança a nível macro representa uma variável importante para economia de países (tanto na atração de investimentos, poder político e decisório, etc) e formos desconstruindo os níveis como regiões, Estados, instituições políticas, empresas, indivíduos; veremos que a confiança nas relações interpessoais no seu nível micro, de acordo com esse estudo, pode ter uma enorme significância economicamente. Isso porque, se atos de confiança geram mais atos de confiança, ao ampliarmos isso em escala, isso geraria empresas e instituições políticas menos corruptas e atrairia mais investimentos, que melhorariam as variáveis reais da economia no nível dos Estados, das regiões e por consequência dos países.

Por fim, embora esse estudo tenha contemplado apenas uma parte modesta da Neuroeconomia, podemos perceber a clara aplicabilidade dos resultados de cada estudo. Além da sua aplicabilidade, essa área possui uma menor abertura para controversas e respaldo científico, o que a torna mais aceitável e influente, garantindo uma maior capacidade de convencimento. Dessa forma, é possível concluir que a Neuroeconomia é a área do conhecimento mais apta e capaz de verificar e entender por que indivíduos, em suas decisões, acabam por tornar-se irracionais segundo algumas teorias. Dessa forma, fica evidente que ao invés de assumir a existência de somente um tipo de agente econômico, como o *homo economicus*, uma melhor explicação seria que diferentes tipos de indivíduos existem concomitantemente nas sociedades. Além disso, podemos ter uma noção de uma nova imagem fictícia, o *homo neuroeconomicus*. Este utiliza da Teoria da Reciprocidade forte como guia moral e não é mais um ser completamente racional e egoísta. Além disso, não é sempre capaz de realizar boas decisões econômicas e, sobretudo, é um ser indispensavelmente emocional e vingativo, cujas decisões podem ser tomadas justamente para penalizar, mesmo que isso signifique perder algo e ser taxado como irracional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAIS, M.: Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: critique des postulats et axiomes de l'école américaine. *Econometrica*, v.21, n.4, 503-546. 1953.
- BARRACLOUGH, D.J.; CONROY, M. L. & LEE, D.: Prefrontal cortex and decision making in a mixed-strategy game. *Nature Neurosci* 7, 404-410.2004.
- BASU, K.: The Traveler's Dilemma. *Scientific American*, vol. 296, n.06. 2007.
- BOWLES, R. & GINTIS, H.: Prosocial emotions. Santa Fe Institute working paper no. 02-07-028.2002.
- BREITER, H. C.; AHARON, I.; KAHNEMAN, D.; ANDERS, D. & SHIZGAL, P: Functional imaging of neural responses to expectancy and experience of monetary gains and losses. *Neuron* 30, 619-639, 2001.
- CAMERER, C. F.: Neuroeconomics: Using neuroscience to make economic predictions. *The Economics Journal* ISSN 0013-0133. 117-519. 2007.
- CAMERER, C. F.: Strategizing in the brain. *Science* 300, 1673-1675. 2003.
- COHEN, J. D & BLURN, K. I.: Reward and decision. *Neuron* 36, 193-198. 2002.
- DAWES, R. M.: Social dilemmas. *Annual Review of Psychology*, 31, 169-193.1980.
- DICKHAUT, J., MCCABE, K., NAGODE, J. C., RUSTICHINI, A., SMITH, K. & PARDO, J. V.: The impact of the certainty context on the process of choice. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 100, 3536-3541. 2003.
- ELLSBERG, D.: Notions of "measurable utility". *The Economic Journal*, set.1954, 528-556. 1954.
- FIANI, R.: Teoria dos Jogos: para cursos de administração e economia. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

GLIMCHER, P. W.: Decisions, uncertainty and the brain: the Science of neuroeconomics. Cambridge, MA:MIT Press. 2003.

GLIMCHER, P. W, DORRIS, M. C., BAYER, H. M. & LAU, B.: Physiologic utility theory and the neuroeconomics of choice. Games Econ. Behav. 2004.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Prospect Theory: an analysis of decision under risk. Econometrica, n.47, 263-291. 1979.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Rational Choice and the Framing of Decisions. The Journal of Business. Vol 59, n.4, p. S251-S287, 1986.

KNUTSON, B.; FONG, G. W.; ADAMS, C. M.; VARNER, J. & HOMMER, D.: Dissociation of reward anticipation and outcome with event-related fMRI. NeuroReport 12, 3683-3687. 2001.

KNUTSON, B.; BJORK, J. M.; FONG, G. W.; CAGGIANO, D. M.; BENNET, S. M. & HOMMER, D. W.: Incentive-elicited brain activation in adolescents: similarities and differences from Young adults. F. Neurosci 24, 1793-1802. 2004.

KNUTSON, B.; FONG, G. W.; BENNET, S. M.; ADAMS, C. S. & HOMMER, D.: A region of mesial pré-frontal córtex tracks monetarily rewarding outcomes: characterization with rapid event-related fMRI. NeuroImage 18, 263-272. 2003.

LEDYARD, J. O.: Public goods: a survey of experimental research. In J. H. Kagel & A. E. Roth (Eds.), The handbook of experimental economics (pp. 111-181).1995.

LO, A. W. & REPIN, D.: The psychophysiology of real-time financial risk processing. F. Cogn. Neurosci. 14, 323-339. 2002.

MACHINA, M. J.: Choice under uncertainty: problems solved and unsolved. Economic Perspectives, v.1, n.1, 121-154. 1987.

MCCABE, K.; HOUSER, D.; RYAN, L.; SMITH, V. & TROUARD, T.: A functional imaging study of cooperation in two-person reciprocal Exchange. Proc. Natl Acad. Sci. USA 98, 11832-11835. 2001.

MCCABE, K.; BERG, J.; DICKHAUT, J.: Trust, reciprocity, and social history. *Games Econ. Behav.* 10, 122-142. 1995.

MONTAGUE, R. P. & BERNS, G. S.: Neural economics and the biological substrates of valuation. *Neuron* 36, 265-284. 2002.

MONTAGUE, R. P.; BERNS, G. S.; COHEN, J. D.; MCCLURE, S. M.; PAGNONI, G.; DHAMALA, M.; WIEST, M. C.; KARPOV, I.; KING, R. D.; APPLE, N. & FISHER, R. E.: Hyperscanning; simultaneous fMRI during linked social interactions. *NeuroImage* 16, 1159-1164. 2002.

PLATT, M. L. & GLIMCHER, P. W.: Neural correlates of decision variables in parietal cortex. *Nature* 400, 233-238. 1999.

QUIGGIN, J.: A theory of anticipated utility. *Journal of Economic Behaviour and Organization*, n.3, 323-343. 1982.

QUIGGIN, J.: *Generalized expected utility theory: the rank-dependent model*. Kluwer Academic Publishers. 1993.

RILLING, J.K.; GUTMAN, D. A.; ZEH, T. R.; PAGNONI, G.; BERNS, B. S. & KILTS, C. D.: A neural basis for social cooperation. *Neuron* 35, 395-405. 2002.

RUSTICHINI, A.; DICKHAUT, J.; GHIRARDATO, P.; SMITH, P. & GLIMCHER, P. W.: Expected utility provides a model for choice behavior and brain activation in humans. Abstract No. 20.12. Society for Neuroscience. 2004.

SANFEY, A. G.: Social decision-making; insights from game theory and neuroscience. *Science*, 318, 598-602. 2007.

SANFEY, A.G.; RILLING, J. K.; ARONSON, J. A.; NYSTROM, L. E. & COHEN, J. D.: The neural basis of economics decision-making in the ultimatum game. *Science* 300, 1755-1758. 2003.

STARMER, C.: Developments in non-expected utility theory: the hunt for a descriptive theory of choice under risk. *Journal of Economic Literature*, vol. XXXVIII, jun.2000, 332-382.2000.

SCHELLING, T. C.: The strategy of conflict (First ed.). Cambridge: Harvard University Press.1960.

TASSI, L. E.: Desempenho de ratos em jogo estratégico e modulação. São Paulo: Universidade de São Paulo. Tese de doutorado em ciências – área de Fisiologia Geral. 2011.

TVERSKY, A & KAHNEMAN, D.: Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. Science. ISSN 0036-8075. 185:4157. 1124-1131. 1974.

VON NEUMANN, J.; MORGENSTERN, Oskar.: Theory of games and economic behavior. New Jersey: Princeton University Press. 1944.

WIK, M.: Individual decision making under risk: deficiencies of and alternatives to expected utility theory. Department of Economics and Social Sciences of Norway. Discussion Paper #D-23/1996. 1996.

ZAK, P. J. & KNACKS, S.: Trust and growth. Econ. F. 111, 295-321. 2001.

ZAK, P. J.; KURZBAN, R. & MATZNER, W.: The neurobiology of trust. Ann. NY Acad. Sci 1032. 2004.