

**JANAÍNA GERALDES BRIZANTE**

**PERCEPÇÃO DE DOR, ATENÇÃO VISUAL E AVERSÃO A RISCO  
FINANCEIRO NA TOMADA DE DECISÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Humana do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Fisiologia Humana

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinícius Chrysóstomo Baldo

Versão original

São Paulo  
2014

## RESUMO

BRIZANTE, J. G. **Percepção de dor, atenção visual e aversão a risco financeiro na tomada de decisão.** 2014. 187 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Humana) - Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

A visão atual predominante nos estudos de tomada de decisão considera o comportamento humano fruto de uma complexa interação de processos neurais subjacentes a cognição e emoção. Sob este ponto de vista, o conteúdo afetivo dos possíveis resultados da decisão seria determinante para a escolha, e pessoas com diferentes tolerâncias a estes resultados teriam distintas tolerâncias a risco, por experimentarem sensibilidades distintas a resultados negativos. E se tomada de decisão é modulada no sentido de minimizar resultados aversivos, diferenças individuais relacionadas a aversão a risco poderiam ser preditoras de percepção de dor. Baseado nessa idéia, este estudo objetiva explorar se indivíduos avessos a risco financeiro teriam diferente percepção de dor física, social e imagética (experimentada na contemplação de imagens de valência negativa e alto alerta) daqueles que são menos avessos a este tipo de risco. Similarmente, essas diferenças individuais poderiam, também, ser observadas na modulação da atenção visual. Em decisões financeiras, como as decisões de compra, características pessoais de sensibilidade a preço ou produto seriam reveladas na maneira como o indivíduo explora visualmente o cenário de decisão. Assim, outro objetivo deste estudo é investigar como se dá a modulação da atenção visual em decisões financeiras, através da manipulação de diferentes formas de apresentação de preço. Os resultados indicam que, de fato, sensibilidade aos diferentes domínios da dor e aversão a risco financeiro possuem correlações entre si, possivelmente por compartilharem ao menos parte de um mesmo sistema. Além disso, observou-se que diferenças individuais na tomada de decisão se reflete na forma como indivíduos exploram visualmente as opções disponíveis, sendo os movimentos oculares bons preditores de escolhas. Portanto, para o entendimento dos processos de tomada de decisão, é preciso considerar características individuais, incluindo aversão a risco. De maneira geral, é possível que decisões sejam tomadas, em última instância, no sentido de evitar resultados aversivos, ou dores, de forma mais ampla. Com esse estudo, espera-se colaborar para o entendimento dos processos de decisão em humanos.

Palavras-chave: Tomada de decisão. Risco. Percepção de dor. Atenção visual. Movimentos oculares. Decisão em marketing.

## ABSTRACT

BRIZANTE, J. G. **Pain perception, visual attention and financial risk aversion in human decision-making.** 2014. 187 p. Ph. D. thesis (Human Physiology) – Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, 2014.

The current predominant framework in the study of decision-making is that human behaviour is a result of a complex interaction between neural process underlying cognition and emotion. Therefore, the affective flavour of the possible decision results would be crucial to the choice, and individuals with different tolerance to these results would also present distinct tolerance to risk (as they have specific sensibilities to negative results). As decision-making is generally modulated to minimize aversive outcomes, individual differences related to risk-aversion could be good predictors of pain perception. Based on this idea, this study aims to explore whether financial risk-averse individuals would present different tolerance to physical (nociception), social and “imagetic” pain (experienced by the observation of low valence and high arousal images) from less risk-averse individuals. Similarly, these personal differences would also be observed in the modulation of visual attention. In financial decisions, for example, (eg. purchase decisions) personal traits on sensibility to price or product would be revealed through the way the person visually explores the decision scenario. Therefore, this study also aims to investigate how the modulation of visual attention varies in financial decisions, in which prices are framed in different ways. The results indicate that, in fact, there is a relationship between the sensibility to the three domains of pain considered here and financial risk-aversion. This might be a result of the fact they may share at least part of the same neural system. Moreover, it was observed that individual differences in decision-making are reflected on the way individuals visually explore the options available, and eye-movements turn out to be good predictors of choice. Therefore, in order to understand the decision-making process, individual traits must be taken into account, especially aversion to risk. Decisions might be made, ultimately, aiming to avoid aversive outcomes, or pain. With this study, we hope to collaborate to a better understanding of the decision processes in humans.

Keywords: Decision-making. Risk. Pain perception. Visual attention. Ocular movements. Purchase decision-making.

# INTRODUÇÃO

## 1.1 Decisão

*“A great many people think they are thinking when they are merely rearranging their prejudices”  
(William James)*

### 1.1.1 Tomada de decisão e aversão a risco

Entender e prever tomada de decisão em humanos é um dos maiores desafios da neurociência cognitiva atual. Muitos estudos abordam fragmentos do tema, sem, entretanto, chegar a uma proposta integrativa, robusta o suficiente para explicar e prever escolhas. Sob o ponto de vista evolutivo, decidir com eficiência frente à pressão do meio é fundamental para a sobrevivência de uma espécie. A adaptação às características e alterações do ambiente diz respeito a um extenso espectro de escolhas, desde comportamentos elementares, como beber quando se tem sede, até mais elaborados, como a escolha da própria profissão. O desafio é sistematizar as interações de variáveis internas e externas ao indivíduo que subjazem todos esses processos.

De maneira geral, estudos de tomada de decisão abordam escolhas e julgamentos considerando conceitos de risco, incerteza, ambiguidade, recompensa, valor, e até mesmo arrependimento, inerentes a escolhas. As definições de cada um desses termos variam entre estudos, norteados por ferramentas escolhidas e conclusões obtidas. Neste item, conceitos comuns destes termos são abordados, bem como os principais modelos de tomada de decisão da área de neurociência cognitiva e economia.

Risco pode ser definido como a variância da recompensa (Preuschoff et al., 2006). Em economia, ele existe quando apesar de não haver o conhecimento seguro do resultado de uma ação, sua probabilidade de acontecimento é conhecida (Kahneman, Tversky, 1979). Já que associações entre ação e resultado são probabilísticas, toda decisão envolve algum grau de risco (Rangel et al., 2008). Valor, por outro lado, se refere à percepção do organismo se eventos do ambiente são mais ou menos desejáveis (Dolan, 2002). Ou seja, quanto menos aversivo o estímulo, maior seria seu valor. Foi Blaise Pascal quem popularizou a ideia de “valor esperado”; o valor que se obteria com a escolha multiplicado pela probabilidade de sua ocorrência,

importante em estudos de tomada de decisão econômica (Platt, Huettel, 2008).

Valor esperado é, entretanto, um preditor pobre da tomada de decisão em humanos. Platt e Huettel fornecem um bom exemplo do porquê disso: imagine que um sujeito está em um programa de TV em que há um de dois prêmios restantes contido em uma mala – um prêmio de 500 mil dólares ou outro muito inferior de 1 dólar. O apresentador do programa oferece 100 mil dólares pela mala, e o sujeito precisa escolher entre um ganho certo de 100 mil ou 50% de chance de ganhar 500 mil. A maior parte das pessoas, nessa situação, opta pela escolha mais segura (os 100 mil dólares), mesmo sendo mais baixo o valor esperado dessa opção. Esse fenômeno, em que o decisor sacrifica o valor esperado pela certeza, é conhecido como “aversão a risco”. Maior ainda é a aversão quando é necessário escolher sem que as probabilidades dos resultados sejam conhecidas (situações de ambiguidade, discutidas adiante) comparadas com opções em que elas são conhecidas (situações de risco), mesmo quando o valor esperado de cada uma é o mesmo (Seymour, Dolan, 2008). Entretanto, a influência de riscos e recompensas nos processos de escolha dependem também de outros fatores. Por exemplo, a condição financeira de quem está participando do programa citado (se é alguém que trabalha nas ruas com comércio informal, ou se é um milionário) e sua história de tomada de decisão. Baseado nisso, Bernoulli (1738, *apud*<sup>1</sup> Platt, Huettel, 2008) sugeriu que decisões dependem de “valores subjetivos”, ou “utilidades subjetivas” – o que levou a modelos de decisão baseados em “utilidade esperada”. A ideia mais importante é que valor não é meramente transduzido do ambiente, mas depende de estados subjetivos do indivíduo (Quartz, 2010).

Apesar de modelos de utilidade esperada<sup>2</sup> serem teoricamente poderosos para explicar decisões sob incerteza, eles com frequência falham em descrever tomada de decisão na vida real (Camerer, 1981). No cotidiano, a distribuição de resultados de escolhas é geralmente desconhecida. Por exemplo, não se pode saber todas as consequências de se escolher uma ou outra profissão (ou mesmo um ou outro roteiro de viagem). Ambiguidade ocorre quando não se

---

<sup>1</sup> Bernoulli D. Specimen theoriae novae de mensura sortis. Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae, 1738;5:175–192.

<sup>2</sup> Em relação ao conceito de utilidade, economistas geralmente focam em uma medida de “utilidade de decisão”, o peso dado a potenciais resultados de uma escolha – conceito abordado neste trabalho. Porém, conceitos originais de “utilidade experimentada”, de Jeremy Bentham e outros autores do séc.XIX, focava na experiência imediata de prazer e dor. Outros autores destacavam a importância da utilidade em relação à antecipação de resultados positivos ou negativos, chamada de “utilidade de antecipação” (Fox, Poldrack, 2009).

tem conhecimento sobre as probabilidades de resultados da escolha (como abordado, em escolhas com risco, a probabilidade de resultados é conhecida), e na maior parte dos casos, pessoas são mais avessas a ambiguidade do que a risco (Ellsberg, 1961; Rangel et al., 2008). Na ambiguidade, a incerteza é máxima, e frequentemente, incerteza é descrita em termos de ambiguidade e risco (Shackman et al., 2011) – há também modelos que convertem ambiguidade em risco, considerando-a apenas como uma situação de risco alto (Gutnik et al., 2006). De maneira geral, para entender tomada de decisão, seria preciso conhecer como o sistema nervoso responde e usa informações sobre incerteza (Platt, Huettel, 2008). Sabe-se que ela enviesa fortemente escolhas, que esse viés varia de indivíduo para indivíduo e sistemas neurais específicos contribuem para a tomada de decisão com incerteza.

Economistas e psicólogos têm estudado como incerteza influencia escolhas. Abordando desvios em relação aos modelos de utilidade esperada, Tversky e Kahneman (1979) propuseram a teoria do prospecto (*prospect theory*<sup>3</sup>), que define diferentes funções para como pessoas julgam a probabilidade e como convertem valores objetivos em utilidade subjetiva. Segundo Tversky e Kahneman, pessoas têm aversão a risco para ganhos e tendência a risco para perdas. Ou seja, quando o indivíduo precisa decidir entre ganhar \$1 com certeza ou \$2 com probabilidade de 50% (*versus* 50% de ganhar \$0), geralmente opta por \$1 com certeza. Paralelamente, quando decide entre perder \$1 com certeza ou perder \$2 com probabilidade de 50% (*versus* 50% de perder \$0), opta por esta última opção, preferindo o risco de perder \$2 (*versus* \$0) à certeza de perder \$1. Além disso, na maioria das vezes, recompensas maiores são preferidas a menores, e riscos menores a maiores (Platt, Huettel, 2008; Preuschoff et al., 2006; Rademacher et al., 2010). Quando risco e recompensa estão proporcionalmente associados, por exemplo, a maioria dos indivíduos opta por um menor risco acompanhado de uma menor recompensa (Bechara et al., 1994; Holt, Laury, 2002).

Há modelos que dividem o processo decisional em etapas, nas quais existiriam múltiplos tipos de sistemas de atribuição de valor: o pavloviano<sup>4</sup>, o de hábitos e aquele direcionado ao

---

<sup>3</sup> “Prospecto” se refere a ações que têm recompensas incertas. A teoria da utilidade esperada e do prospecto são as duas dominantes em economia sobre como sistemas de avaliação incorporam probabilidade na avaliação de valor (Rangel et al., 2008).

<sup>4</sup> O psicólogo e fisiologista russo Ivan Petrovich Pavlov perpetuou na história do estudo do comportamento seu experimento de condicionamento com cães – o *condicionamento pavloviano*. Nele, um estímulo neutro, como o acendimento de uma luz, sempre precede um evento importante, como o fornecimento de comida, que leva à

objetivo (Rangel et al., 2008). Segundo eles, o sistema pavloviano atribuiria valor a apenas um pequeno conjunto de comportamentos inatos e, portanto, tem um repertório comportamental limitado. Em contraste, sistemas de hábito poderiam aprender a atribuir valor a um maior número de ações (por exemplo, o desejo de um fumante fumar cigarro em determinada hora do dia). O sistema de comportamento direcionado ao objetivo, por outro lado, atribuiria valores a ações computando associações de ação-resultado, avaliando as recompensas associadas com os diferentes resultados (por exemplo, a escolha de uma pessoa que está em dieta entre comer ou não um doce). Segundo este modelo, o valor atribuído a uma ação pode depender do risco associado a cada recompensa, do atraso em que a recompensa ocorre e do contexto social.

Outros modelos baseiam decisão em antecipações de prazeres futuros (Mellers, McGraw, 2001). Segundo eles, quando tomam decisões, pessoas antecipam como se sentiriam frente aos resultados futuros de suas escolhas e usam esses sentimentos como guias para a decisão. Prazeres e dores de resultados futuros seriam pesados de acordo com a probabilidade de ocorrerem. Essa teoria reflete o fato de que, na literatura, assume-se amplamente que escolhas são moduladas pela comparação de valores subjetivos de resultados dessas escolhas. Muito pouco se sabe, porém, sobre como esses valores são computados, construídos ou comparados ao longo do curso de uma única ação (Constantino, Daw, 2010; Rangel et al., 2008). Ou seja, valor é em si um conceito abstrato, soando como uma explicação *a posteriori* de um fenômeno desconhecido. Exemplo é a ideia de que na tomada de decisão se busca o maior prazer, e não o menor desprazer. Em escolhas, a recompensa pode não ser o maior ganho, mas a menor perda, o desprazer com um resultado ruim pode ser maior do que o prazer com o bom resultado (Mellers, McGraw, 2001). É possível que na avaliação de consequências, o sistema funcione no sentido de evitar estados afetivos desagradáveis, mais do que garantir estados agradáveis. Uma evidência disto seria a tendência a superestimar perdas em comparação com ganhos (aparente na aversão a risco), relacionada à dominância de respostas automáticas a perdas (Camerer, 2005) – como discutido adiante, controle cognitivo, importante para tomada de decisões complexas, compartilha substratos neurais com afeto negativo e dor física.

Pode-se considerar que aversão a risco é a tendência, na tomada de decisão, a desfavorecer opções com recompensas mais variáveis comparadas a outras mais estáveis (Cools,

---

salivação. O aprendizado da relação preditiva entre ambos leva à observação da salivação a partir do acendimento da luz.

et al., 2010). Ela é observada entre diversos animais, de primatas a peixes, indicando a importância da representação de expectativas de recompensa e risco entre organismos que sejam confrontados com incerteza. Aspecto menos explorado em pesquisas é que aversão a risco pode ser considerada traço evolutivo importante para a manutenção de um grupo social (Taleb, 2007)<sup>5</sup>. Seria uma estratégia bem-adaptada se grupo social agisse no sentido de minimizar resultados aversivos ou de maior ameaça para a estabilidade geral, e que apenas eventualmente tomasse riscos maiores em troca de benefícios potencialmente maiores – em especial em momentos de crise, como falta de recursos ou/e guerras.

Porém, indivíduos de uma sociedade não são todos sistematicamente avessos a todo tipo de risco. Existe um espectro de tolerância a risco, em diversos domínios, que varia de pessoa para pessoa, de acordo com características individuais (Franken, Muris, 2005; Slovic, 1964; Weber et al., 2002). A identificação de fenótipos de risco é, entretanto, um desafio (Platt, Huettel, 2008). Isso porque tendência a risco é específica para os diversos domínios da vida do indivíduo, não sendo ele avesso ou tendencioso a risco consistentemente em todos os domínios (Weber et al., 2002). Um mesmo indivíduo pode, por exemplo, ser extremamente avesso a risco financeiro e um apreciador de esportes de aventura, em que o risco de segurança é alto. Ao longo dos cinco grandes domínios em que pessoas diferem quanto à tolerância a risco (financeiro, social, aventura, saúde/segurança e ético) propostos por Weber e colaboradores, entre os 126 voluntários estudados, nenhum deles foi classificado como avesso a risco em todos os cinco domínios. Outro problema é que a forma de formular perguntas em questionários de risco leva a diferenças sistemáticas na aparente disposição de assumir riscos. Apesar dessas dificuldades, há um grande ganho em se estudar diferenças individuais de aversão a risco, observadas também tanto em

---

<sup>5</sup> Taleb (2007) discute que a sociedade atual valoriza e torna públicas iniciativas inovadoras que deram certo e envolviam grandes riscos – financeiros e pessoais – com muito mais frequência do que iniciativas igualmente inovadoras que não deram certo. Isso aumentaria a miopia de se considerar comportamentos arrojados como inerentemente vantajosos. Segundo ele, *best-sellers* são escritos sobre a vida desses fundadores, não sobre a maioria de outros empreendedores que arriscaram e obtiveram resultados muito ruins (informações que seriam úteis para novos empreendedores, evitando erros passados). Resultados, de fato, mais comuns no mundo dos negócios: cerca de 60% dos novos negócios afundam em até 6 anos de vida, e apenas 29% continuam operando após 10 anos de sua fundação (Fontes: [www.businessinsider.com](http://www.businessinsider.com) e [www.statisticbrain.com](http://www.statisticbrain.com), acessados em 03/10/2013) – dados referentes ao mercado norte-americano; no Brasil, cerca de 50% dos novos negócios morrem em até três anos (Fonte: PEGN, SEBRAE, Agosto/2012). Em: <http://www.sebraepr.com.br/PortalInternet/Noticia/ci.48%25-das-empresas-brasileiras-fecham-as-portas-depois-de-tr%C3%AAs-anos.print>. Acesso em 15/02/2014.



diferenças culturais (Weber, et al., 2002), quanto em diferentes padrões de atividade neural entre indivíduos que expressam distintas tolerâncias a risco (Iaria et al., 2008).

Portanto, no estudos de decisões econômicas, é fundamental considerar características pessoais de aversão a risco, e repensar o papel tradicional da emoção nas escolhas. Um dos objetivos deste estudo é explorar aversão a risco na tomada de decisão financeira, tanto em um jogo de aposta, quanto em uma tarefa de compra. Um dos fundamentos que o embalam é a ideia de que essas decisões são tomadas após a inferência de valor das opções de escolha. Essa inferência é também constituída de informações afetivas, que refletem uma tendência de humanos a evitar estados afetivos negativos. Disso, depreende-se que emoção e cognição são faces de uma mesma moeda, e a investigação sobre escolhas deve, necessariamente, levar isso em conta. Estudos neurais recentes em tomada de decisão, com aprendizado, motivação e saliência, são incapazes de oferecer uma distinção convincente entre contribuições cognitivas e emocionais para modelos de tomada de decisão e julgamento (Kuo et al., 2009; Livet, 2010; Pessoa, 2008; Quartz, 2010). De fato, o produto científico atual aponta para um conceito de modulação emocional dos processos decisórios (Frith, Singer, 2008; Seymour, Dolan, 2008; Mitchell, 2011). A seguir, discute-se qual foi o caminho percorrido pela psicologia, economia e neurociência para chegar até aqui e quais são as implicações das teorias atuais no estudo do comportamento.

### *1.1.2 Cognição, emoção e cognição social na tomada de decisão*

É relativamente consensual que cognição se refere a processos como memória, atenção, linguagem, resolução de problemas e planejamento (Pessoa, 2008)<sup>6</sup>. Por outro lado, não há um consenso quanto à definição de emoção. Algumas abordagens focam em emoções básicas (como medo e raiva), outras em mais “complexas” (como orgulho e inveja), outras ainda se baseiam estritamente em conceitos de motivação, como considerar emoções estados resultantes de punições e recompensas. Exemplo deste último caso é a ideia de que emoções são estados gerados por reforços, que surgiram como forma eficiente de influenciar comportamento

---

<sup>6</sup> Quando esses fenômenos ocorrem em interações sociais (como perceber e prever o outro indivíduo), diz-se que trata-se de *cognição social* (Amodio, Frith, 2006). O emprego do termo se justifica frente à importância adaptativa do comportamento social para a espécie humana, discutida nesse capítulo.

(Mitchell, 2011). Há abordagens que definem emoção pelas alterações que ela traria ao indivíduo, considerando-a como estados complexos caracterizados por variações no sistema nervoso autonômico acompanhadas por expressões fisiológicas, tendências específicas de ação e experiências subjetivas de certa valência<sup>7</sup> (Pham, 2007). Ou ainda, emoções representam estados psicológicos e fisiológicos complexos que indicam/classificam ocorrências de valor (Dolan, 2002). Assim, nota-se que definições de emoção são em geral caracteristicamente vagas (Seymour, Dolan, 2008). Por outro lado, essa clara dificuldade de conceitualização não prejudica seu estudo. Como diz Christof Koch (2007), muitas vezes definições operacionais são feitas de forma *ad hoc*, por vezes desnecessárias para se entender um fenômeno.

Por séculos a humanidade acostumou-se a opor emoção a o que se usou chamar de razão (muitas vezes utilizada como sinônimo de cognição), sendo a primeira deletéria para o comportamento “racional”. Assim, pessoas seriam racionais se suas crenças, escolhas e ações respeitassem certos padrões da lógica (Pham, 2007). Na modulação de comportamentos voluntários, decisões incluiriam avaliações complexas, mais adequadas quanto maior o controle de estruturas corticais de alta ordem sobre processos subcorticais de baixa ordem. Ou seja, quanto mais a razão se sobrepusesse a emoção. Com essa ideia começaram os estudos de tomada de decisão econômica em humanos (Glimcher et al., 2010). Estudos que surgiram na economia, assumindo que indivíduos decidem de tal forma a maximizar a utilidade esperada dos resultados de escolhas: o produto do benefício (utilidade) de cada resultado possível por sua probabilidade de ocorrência (von Neumann, Morgenstern, 1944). Assim, o indivíduo sempre optaria pelo resultado ótimo, o maior ganho monetário entre os possíveis resultados das escolhas.

Essa visão clássica começou a ser questionada quando métodos experimentais evidenciaram que pessoas estão longe de tomar decisões pensando a utilidade de resultados e probabilidades objetivas (Coricelli et al., 2007; Kahneman, Tversky<sup>8</sup>, 1982). Como discutido, ao fim da década de 1980, estudos de Kahneman e Tversky propuseram, por exemplo, que

---

<sup>7</sup> Valência é a natureza apetitiva ou aversiva de um estímulo (Rangel et al., 2008), capaz de mudar dramaticamente preferências e escolhas (dependendo da valência emocional na qual as opções de escolha são descritas – Kahneman, Tversky, 2000).

<sup>8</sup> Kahneman tem o mérito inegável de, junto com Tversky questionar a visão clássica de utilidade esperada. Entretanto, cabe também a eles o reforço de um dos modelos conceituais mais equivocados e difundidos na neurociência da tomada de decisão: o modelo de sistemas duplos (segundo o qual decisões resultam de interações competitivas entre dois sistemas, um lento [razão] e um rápido [emoção]). Os problemas de adequação deste modelo são discutidos na discussão final deste trabalho.

probabilidades de escolhas deveriam ser tratadas de maneira não linear, mostrando a importância de heurísticas<sup>9</sup> no estudo de tomada de decisão. Exemplo disso é o efeito de apresentação (*framing effect*), em que um mesmo resultado é avaliado como mais ou menos vantajoso dependendo da forma como é apresentado, dependendo da referência cognitiva do indivíduo no momento da escolha (pessoas optam mais frequentemente por uma política sanitária que salvaria 200 de 600 pessoas, em detrimento de uma política que mataria 400 de 600, embora a utilidade seja a mesma em ambos os cenários – Kahneman, Tversky, 2000).

Evidências de que a tomada de decisão em humanos não se baseia em maximização de ganhos monetários vieram também de estudos de Güth, Schmittberger e Schwarze (1982), os primeiros a usar o jogo do ultimato (Thaler, 1988). Jogado por duas pessoas, uma delas recebe a tutela de uma determinada quantia em dinheiro (jogador) e deve oferecer uma parte dessa quantia para a outra pessoa (beneficiário), que pode aceitar ou negar a oferta. Se ela a aceita, ganha a quantia ofertada e o jogador fica com o restante. Se ela a rejeita, ambos perdem tudo. Por menor que seja a oferta, ela será sempre mais vantajosa do que nada, resultado obtido pelo beneficiário quando ele a rejeita. Porém, a maior parte das ofertas abaixo de 15 a 25% do montante total é rejeitada (Fehr, Gächter, 2002) – ao que se chamou de “punição altruística” (Quervain et al., 2004). É como se a perda individual a curto prazo parecesse menor do que o ganho a longo prazo obtido pelo grupo, fruto do aprendizado pela punição (Frith, Singer, 2008). Porém, contradiz a expectativa utilitarista de que o indivíduo sempre optará por seu ganho máximo.

Apesar de esses estudos abarcarem apenas um extrato dos contextos de decisão, eles foram importantes por sugerirem uma suposta falha do sistema de escolha “racional” proposto por teorias econômicas. Visão mais atual, adotada neste trabalho, é que não se trata de uma falha, mas de um resultado inerente ao funcionamento do sistema nervoso humano. Isso porque, como discutido adiante, o comportamento é fruto de uma complexa interação de processos neurais subjacentes a cognição e emoção, onde cálculos de utilidade esperada não passam de confabulação posterior à decisão (Livet, 2010; Quartz, 2010) – de forma geral, processos automáticos podem guiar inclusive decisões complexas (Tusche et al., 2010).

---

<sup>9</sup> Uma heurística é geralmente uma regra. Existem diversos modelos de heurísticas, mas todos especificam: uma regra de processo; a capacidade de esta regra ser simples; e os tipos de problemas que pode resolver, isto é, as características do ambiente nas quais ela é útil (Gigerenzer, 2004)

Apesar disso, na produção científica atual, a ideia dualista de razão e emoção por vezes escapa entre uma e outra observação, mesmo em trabalhos que aparentemente não apregoam tal visão (como em Frith, Singer, 2008; Hinson et al., 2006; Shiv et al., 2005). Neles, a noção geral é que ‘há situações em que uma resposta emocional natural deve ser inibida, permitindo que uma decisão deliberada e potencialmente mais sábia seja feita’ (Hinson et al., 2006). Essa ideia de certa forma também se perpetua em modelos que propõem um sistema controlado (envolvendo córtex pré-frontal lateral, medial, parietal medial entre outros), e outro automático (envolvendo amígdala, córtex pré-frontal medial, núcleos da base, entre outros), o primeiro caracterizado como mais “emocional” e o segundo mais “racional” Lieberman (2007).

Entretanto, é clara a tendência atual em psicologia, neurociência, economia e filosofia em tratar cognição e emoção como fenômenos intrinsecamente conectados (Kirman et al., 2010). Acreditar no modelo tradicional de dois sistemas, um racional e frio, outro irracional e caloroso, começa a se mostrar inadequado à luz de dados neurobiológicos e psicobiológicos atuais, que favorecem a existência de múltiplos sistemas de decisão (Seymour, Dolan, 2008). Por isso, a visão que ganhou força há pelo menos quatro décadas com Kahneman e Tversky predomina nos estudos de tomada de decisão atuais. Eles convergem em defender que emoções geram tendências de avaliação, influenciando processos cognitivos e tomada de decisão, ou seja, modulando cognição (Han et al., 2007; Litvak et al., 2010; Pfister, Böhm, 2008; Werner et al., 2009). Emoções não interferem em decisões racionais, elas as implementam, são uma forma de avaliar resultados de ações passadas e ajustá-los a escolhas futuras (Coricelli, Rustichini, 2010; Kirman et al., 2010) – nas palavras de Kirman e colaboradores, elas permitem que ‘seres humanos respondam melhor aos desafios de sua existência’ (Kirman et al., 2010). Em uma visão atualizada da teoria darwinista, elas seriam estados moldados pela seleção natural, ajustando vários aspectos do organismo de maneira a oferecer vantagem seletiva frente aos desafios adaptativos característicos de situações particulares (Nesse, 1998). No comportamento, emoções são importantes não apenas para fornecer heurísticas simples e necessárias para o indivíduo encontrar soluções rápidas para problemas de decisão, mas também contribuem para as estruturas complexas de computação de custo e benefício entre as diferentes variáveis de uma situação a ser avaliada (não a toa, informações emocionais são mais facilmente lembradas do que informações neutras [Kensinger, Corkin, 2004]).

Portanto, emoções modulam tomada de decisão, implementando o que se chama de “racionalidade”, termo usado para descrever um processo desconhecido em sua totalidade, envolvendo conexões entre estruturas subcorticais (como a área tegmentar ventral, núcleos da base, amígdala, hipotálamo) e corticais (como córtex pré-frontal ventro-medial [CPFVm] e dorso-lateral [CPFDI]) moduladas por um substrato afetivo. A escolha é feita, em última instância, através da simulação dos estados emocionais esperados subjacentes aos resultados possíveis decorrentes da escolha (ou até mesmo da simulação do próprio processo de escolha, que em si pode gerar aversão) – influenciam também na escolha emoções “acidentais” (Litvak et al., 2010)<sup>10</sup>. Não há, portanto, razão para se opor cognição e emoção, nem especular se esta última atrapalharia o processo decisional. Ao invés disso, ela direciona a cognição (influenciando o que “entra” voluntariamente no sistema) e, através de circuitos modulados por variáveis atencionais, mnemônicas<sup>11</sup>, do ambiente e da natureza da escolha, determina a ação resultante.

Emoções têm papel central em tomada de decisão com risco (Shiv et al., 2005), e anormalidades na resposta emocional pode ter um impacto deletério na escolha (Damásio, 1994). Estudos de pacientes com lesões no CPFVm evidenciam o prejuízo derivado dessas anormalidades. Muito dessas descobertas se deve aos estudos de Bechara e Damásio, que utilizaram um jogo de apostas batizado por eles por *Iowa gambling task*, com voluntários normais e pacientes com lesão no CPFVm (Bechara, Damasio, 2005). Neste jogo, maços de baralho que oferecem maiores recompensas em dinheiro são acompanhados de punições, ou perdas, também muito altas (chamados de baralhos de alto risco), enquanto baralhos de recompensas menores apresentam punições bem menores (baralhos de baixo risco), sendo estes mais vantajosos ao longo do jogo. Pacientes com lesão apresentavam desempenho bastante pobre na tarefa, pois optavam majoritariamente pelos baralhos de alto risco, perdendo quantias cada vez maiores – o que não ocorria com voluntários saudáveis. Além disso, ao contrário destes, pacientes não apresentavam alterações de condutância da pele (resposta autonômica ao alerta emocional)

---

<sup>10</sup> Litvak e colaboradores sugerem que indivíduos em um estado de raiva e irritação exibem comportamento menos avesso a risco em jogos financeiros e propõe que a raiva leva a um comportamento em direção oposta a ela, de otimismo. Entretanto, talvez isso não se deva a um otimismo causado pela raiva, mas ao fato de que, quando em uma emoção negativa como a raiva, indivíduos estão em um arcabouço de perdas, por isso sendo menos avessos a risco (como sugerem Kahneman, Tversky, 1979).

<sup>11</sup> Conhecimento (ou desconhecimento) dos resultados possíveis são determinantes, pois experiências anteriores influenciam a percepção de risco, predizendo características a que se nomeiam “traços de personalidade”.

imediatamente antes da decisão (mas sim após a escolha)<sup>12</sup>. Ou seja, havia um comprometimento na antecipação dos resultados de suas escolhas. A partir desses estudos, desenvolveram uma teoria conhecida como *hipótese dos marcadores somáticos*. Segundo ela, tomada de decisão é influenciada por sinais marcadores originários de processos neurovegetativos, incluindo aqueles que se expressam em emoções e sentimentos. A amígdala seria uma estrutura relacionada ao surgimento desses estados corporais/emocionais em resposta a uma punição ou recompensa advinda de um comportamento. No futuro, o estado somático provocado por um comportamento passado seria reproduzido pelo CPFVm, guiando tomada de decisão (Bechara et al., 2000; Gupta et al., 2011).

Ou seja, emoções são constituídas de alterações no corpo, e esses estados corporais são gerados durante o processo de tomada de decisão, “marcando” certas opções como vantajosas e outras como desvantajosas. Apesar de críticas recebidas depois (Hinson et al., 2002; Maia e McClelland, 2004; Quartz, 2010)<sup>13</sup>, essa teoria, que ganhava forma no fim da década de 90, foi importante para o crescimento de estudos que abordam a tomada de decisão não apenas sob o ponto de vista da utilidade esperada, reservando a aspectos afetivos importante papel no processo de escolha. Rejeitando a oposição emoção *versus* cognição (como sinônimo de racionalidade), propõe um modelo mais integrativo entre as duas, visão que vem sendo defendida por um número crescente de pesquisadores (Bechara, 2003; Coricelli et al., 2007; Gutnik et al., 2006; Lerner, Keltner, 2000; Livet, 2010; Naqvi et al., 2006; Pfister, Böhm, 2008; Quartz, 2010; Seymour, Dolan, 2008), para o benefício do entendimento da tomada de decisão em humanos. Graças também a ela, economistas que estudavam tomada de decisão começaram a olhar para o que se chamava de “fatores viscerais” (emoções negativas, fome, sede, dor) como dominantes na modulação do comportamento (Loewenstein, 2000). Pessoas decidiriam tendo esses fatores como base, sendo a deliberação “racional” o resultado de uma interpretação posterior dos resultados de seus comportamentos. Assim, o surgimento de modelos de julgamento e tomada de decisão

---

<sup>12</sup> Pacientes com lesão no CPFVm exibiam resposta de condutância da pele intactas no recebimento de recompensas e punições, sugerindo que esta região não está envolvida no registro do impacto emocional de recompensas e punições depois que são obtidas, mas na antecipação do impacto emocional de punições e recompensas futuras (Naqvi et al., 2006).

<sup>13</sup> A principal crítica aos marcadores somáticos é que os marcadores só são observados quando o indivíduo (saudável ou lesionado) tem conhecimento explícito das contingências em jogo, sendo possível que os marcadores resultem desse conhecimento explícito dos resultados das escolhas (Hinson et al. 2002; Maia, McClelland, 2004).

baseados em processos afetivos que começaram a surgir nos anos 1990 foram fortemente influenciados por evidências neurobiológicas (Quartz, 2010).

Emoções são também essenciais para interações sociais. A habilidade de reconhecer e interpretar centenas de expressões faciais diferentes torna os primatas humanos capazes de antecipar as intenções do outro, importante guia de comportamento (Kirman et al., 2010). Identificar no outro um possível parceiro (não só sexual, mas também com quem dividir tarefas de captura de comida e defesa do grupo) ou possível ameaça foi e é muito importante para a sobrevivência de grupos inteiros. Em distúrbios como a psicopatia, por exemplo, é difícil prever o comportamento do outro baseando-se em seus gestos e expressões faciais, o que explica em parte o medo que envolve o convívio com esses indivíduos. Como abordado adiante, um dos papéis fundamentais da amígdala no processamento visual é coordenar a função de redes corticais durante a avaliação de significância biológica de estímulos visuais afetivos (Pessoa, Adolphs, 2010). Para humanos, assim como outras espécies animais, a sobrevivência depende de interações sociais eficazes. Habilidades sociais facilitam o acesso ao próprio sustento, proteção e parceiros (Amodio, Frith, 2006; ver Cohen, 2004 para revisão).

Assim, decisões em interações sociais abrigam um nível de complexidade que as torna únicas entre os problemas naturais de tomada de decisão, já que probabilidades de resultados dependem de estados internos do outro indivíduo, não acessíveis à observação direta, que incorporam suas intenções (Seymour, Dolan, 2008). Já que muitas das interações são repetidas (pessoas tendem a conviver com as mesmas pessoas por longos períodos) o aprendizado ótimo requer que os indivíduos gerem um modelo de comportamento do outro indivíduo, e o modelo deste em relação àquele. Sob o ponto de vista neural, é difícil de se distinguir o que o indivíduo pensa sobre si mesmo do que pensa que os outros pensam sobre ele (Ochsner, 2007). Isso seria uma evidência da importância de aspectos sociais em diversos domínios da vida de um ser humano, em especial no comportamento. Por isso, no estudo de julgamentos e escolhas, a influência de aspectos sociais não deve ser ignorada. Isso se reflete no fato de a neuroeconomia<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> Da interação das áreas de comportamento econômico, finanças, marketing, neurociência e psicologia surgiu a neuroeconomia (Glimcher et al., 2009; Livet, 2010; Seymour, Dolan, 2008). Recentemente, ferramentas de neurociência (imageamento, estudos de lesões, registros em células únicas em primatas não-humanos) e a evidência de estados emocionais e sociais na tomada de decisão econômica estão abrindo novas perspectivas neste campo de pesquisa (Coricelli et al., 2007). Inclusive, é possível que tenha o potencial de contribuir para melhor estudo da interação de fatores sociais, psicológicos e neurais subjacentes a distúrbios psiquiátricos. Para interessante revisão sobre implicações de achados de neuroeconomia neste sentido, ver Hasler, (2012).

ser considerada parte do campo da neurociência cognitiva social, em especial em estudos que combinam trocas monetárias e dinâmicas sociais (Lieberman, 2007; Ochsner, 2007). Neles, jogos (como o jogo do ultimato e o jogo do ditador) são usados a fim de se examinar respostas neurais associadas a cooperação, competição, justiça, confiança.

Considerando a tomada de decisão na vida real, com frequência o contexto de decisão envolve um ambiente social, influenciando escolhas. No jogo do ditador, por exemplo, onde um jogador deve escolher quanto oferecer, de uma certa quantia, a outro jogador (em que não cabe ao receptor a possibilidade de negar a oferta), o fato de a decisão ser ou não anônima influencia a quantia ofertada (quantias menores são oferecidas quando o jogador é anônimo). Ou seja, a generosidade no jogo depende, em parte, de como o jogador quer ser visto pelas pessoas que podem ter acesso ao seu comportamento (Frith, Singer, 2008). Da mesma forma, transgressões sociais só são embaraçosas e geram alteração de comportamento (como apaziguamento ou submissão) se são testemunhadas, se o indivíduo acredita que “alguém está vendo” (Finger et al., 2006) – efeito obtido por Finger e seu grupo com imagens com e sem pessoas testemunhando as situações, mas também por Haley e Fessler apenas com a exposição à imagem de dois olhos voltados para o participante (Haley, Fessler, 2005).

Portanto, para humanos e outros primatas, a sociabilidade tem um valor adaptativo (Silk et al., 2003). Sabe-se, por exemplo, que ver uma expressão facial de desgosto/nojo leva à ativação das mesmas regiões ativadas quando o indivíduo é exposto a um cheiro nauseabundo (Wicker et al., 2003). Além disso, parte das regiões envolvidas na dor, predominantemente a ínsula anterior bilateral e o córtex cingulado anterior, são ativados quando se aplica estímulo doloroso no indivíduo e também quando ele vê um sinal indicando que seu(sua) parceiro(a) está recebendo um estímulo doloroso (Singer et al., 2004) – outros diversos experimentos variando a relação afetiva entre os participantes e a forma como o outro experimenta a dor foram realizados, encontrando resultados semelhantes (Ochsner et al., 2008; de Vignemont, Singer, 2006). Há uma ativação visceromotora no processamento de emoções empáticas, envolvendo outro indivíduo ou grupo social (Critchley, 2005). Curioso que esse fenômeno depende, quando as pessoas não se conhecem, da interação entre os sujeitos. Em um estudo de Singer e seu grupo, homens e mulheres jogaram o jogo do ultimato virtualmente enquanto dentro de um magneto de fMRI, e depois observaram os jogadores com quem jogaram (atores) recebendo um estímulo doloroso. Indivíduos de ambos os sexos exibiram ativação em áreas relacionadas a dor (córtex insular e



cingulado anterior) em relação a jogadores justos. Entretanto, essa ativação se mostrou muito reduzida quando homens observavam jogadores injustos recebendo um estímulo doloroso. Paralelamente, observou-se ativação de regiões relacionadas a recompensa, entre elas o estriado ventral – o que os autores dizem corresponder a um desejo por vingança (Singer et al., 2009). Assim, respostas de empatia podem ser determinadas pela avaliação do comportamento social do outro.

Portanto, quando humanos interagem com outras pessoas, tendem a desenvolver empatia por aqueles que cooperam e desejo de punição pelos que traem (Frith, Singer, 2008). Nesse sentido, manter um preconceito talvez seja cooperar com o grupo. Se o membro de um grupo racista, por exemplo, se envolve com pessoas do grupo discriminado, ele pode ser visto, pelos membros de seu próprio grupo, como um traidor, alguém que não está cooperando para manter o “equilíbrio” apreciado. Por isso, é importante que políticas públicas, expressas em leis e campanhas, garantam direitos aos cidadãos de um país ou Estado (por exemplo, tornar crime a discriminação racial, permitir o casamento entre pessoas do mesmo sexo, criminalizar discriminações de gênero), atuando-se sob todo grupo social, oferecendo respaldo tanto aos grupos discriminados quanto aos componentes de grupos discriminadores que tendam a mudar seu comportamento.

No estudo de decisões, sejam elas sociais ou financeiras, não há, portanto, sistemas realmente separados para emoção e cognição, pois comportamentos complexos emergem de interações dinâmicas entre circuitos neurais (Pessoa, 2008). Nas palavras de Pessoa, é “produto de uma orquestra tocada por diversas áreas cerebrais”: funções agregadas dessas áreas levam ao que se chama de emoção, cognição, cognição social. O córtex pré-frontal lateral é um exemplo de região em que emoção e cognição interagem. Pesquisas com inibição de comportamento (dimensão importante de cognição), investigando a interação entre processamento emocional de palavras e inibição de resposta, sugerem que a inibição de respostas seguida de palavras negativas envolvam o CPFDI, mesmo não sendo essa região recrutada por valência negativa ou tarefas de inibição por si mesmas, revelando uma interação explícita entre as duas – discutidas com mais detalhe adiante.

Dada a importância da valência afetiva na adequação do comportamento, faz sentido que áreas neurais envolvidas na modulação do que o indivíduo faz compartilhem substratos neurais com aquelas envolvidas na modulação do que ele sente (Mitchell, 2011). Um exemplo é a

observação de que regiões dorsais relacionadas ao controle da atenção poderiam integrar atividades pertinentes a decisão e regulação da emoção, modulando informações de motivação e afeto no comportamento. Portanto, uma provável razão para a convergência de déficits em tomada de decisão e “desregulamento” emocional (presente em ampla gama de desordens psiquiátricas, como psicopatia, depressão maior e bipolaridade – Dickstein et al., 2009) é que os dois processos envolvam computações similares em regiões neurais amplamente sobrepostas. Esse é o tema central do próximo item, em que são abordados processos neurofisiológicos inerentes a cognição e emoção na tomada de decisão.

### *1.1.3 Neurofisiologia da tomada de decisão, emoção e cognição*

Se um pesquisador desenhar em uma lousa as regiões corticais e subcorticais que ao longo da leitura de trabalhos científicos da última década, com diversas técnicas (eletrofisiológicas, de imageamento e farmacológicas), foram relacionadas a tomada de decisão, o resultado será um desenho muito parecido com as pinturas de Jackson Pollock<sup>15</sup>. Muitas flechas, linhas e ligações, estruturas mais amplas outras mais restritas, e, em especial, muitas funções sobrepostas. Esse é um bom exercício para a visualização de que diversas estruturas e neurotransmissores estão envolvidos no processo decisional. Frequentemente, diferentes estudos destacam ativações específicas relacionadas talvez mais ao método de que se utilizaram do que ao fenômeno em si, evidenciando a limitação da tentativa de se dividir as diferentes regiões de acordo com uma função restrita. O processo de direcionamento de decisões futuras baseado em punições e recompensas, por exemplo, é por alguns autores considerado como resultante principalmente da ação do CPFVm (Bechara, 2004), enquanto outros reservam este papel para a amígdala (Coricelli et al., 2005). Enquanto alguns afirmam que o processo de inibição de resposta e auto-controle tem como maestro o córtex pré-frontal ventro-lateral (CPFVI) (Mitchell, 2011), outros defendem ser o CPFDI responsável por essa função (Hare et al., 2009). Este último caso fica claro em estudos com uma proposta mais integrativa, sugerindo que o processamento de informações sociais aversivas ativam tanto regiões ventrais quanto dorsais do córtex pré-frontal, facilitando a alteração do comportamento em pessoas saudáveis (Finger et al., 2006).

---

<sup>15</sup> Paul Jackson Pollock (1912/1956) foi um dos maiores nomes da pintura expressionista no séc. XX.

Funções executivas, como a tomada de decisão, não parecem estar localizadas em altos “centros cognitivos”, mas nos mesmos circuitos sensorio-motores responsáveis por planejar e executar ações (Cisek, Kalaska, 2010). Pode, portanto, não fazer sentido dividir regiões de acordo com funções específicas quando se considera processamentos complexos. Exemplo disso é o córtex parietal posterior, envolvido em processos perceptivos, cognitivos e de tomada de decisão (Platt, Glimcher, 1999). Outro exemplo é que aumentar a significância afetiva de um estímulo (aparentemente relacionada à atividade da amígdala) têm efeitos similares aos obtidos com o aumento da atenção (considerado um fenômeno cognitivo). Não se deveria, por exemplo, pesquisar apenas a influência da amígdala em decisões, mas sim as conexões entre córtex, estruturas subcorticais e amígdala nessas condições (Pessoa, Adolphs, 2010).

Isso posto, é possível delinear funções que estariam mais diretamente associadas à atividade de determinadas estruturas cerebrais. Na tomada de decisão, a amígdala, por exemplo, está envolvida no reconhecimento de recompensas (Gutnik et al., 2006; Rademacher et al., 2010). Além disso, ela é a estrutura mais comumente associada a emoção (Morris et al., 1996), principalmente por seu papel no condicionamento pavloviano clássico (Seymour, Dolan, 2008). Entretanto, estudos recentes em humanos e animais sugerem que a amígdala também desempenha importante papel na modulação de escolhas<sup>16</sup>. Ela teria um desempenho essencialmente modulatório em um grande número de circuitos neurais, promovendo o monitoramento, atualização e integração de sinais sensoriais (Pessoa, 2008). Alocando fontes de processamento a estímulos, a amígdala modularia componentes anatômicos que são requeridos no sentido de priorizar características particulares de informações numa dada situação (Pessoa, Adolphs, 2010). Assim como pacientes com lesão no CPFVm, pacientes com lesão na amígdala apresentam desempenho pobre em tarefas envolvendo risco e incerteza. A circuitaria envolvendo o CPFVm e a amígdala pode ser crítica na integração de informações do resultado de um estímulo com ações elaboradas, orientadas a um objetivo.

Além disso, a amígdala e o CPFVm estão envolvidos no uso de experiências prévias negativas para guiar ações futuras – enquanto o CPFVm parece ser importante na representação do valor motivacional negativo (Rolls et al., 2008), a amígdala parece estar mais envolvida no

---

<sup>16</sup> Note que funções integrativas e modulatórias serão atribuídas a diferentes estruturas ao longo deste capítulo, evidenciando a profunda sobreposição de circuitarias e estruturas em funções no comportamento, variando o destaque de acordo com a pesquisa e/ou o autor.

direcionamento de decisões futuras (por exemplo, atividade na amígdala prevê a decisão quando o indivíduo opta por alternativas em que o resultado da escolha é mais conhecido – Seymour, Dolan, 2008). A amígdala também apresenta atividade relacionada a informações de motivação promovidas por expressões de faces humanas, sendo importante mediador de influências emocionais na percepção – o que se nota, por exemplo, pelo fato de respostas da amígdala a faces de medo serem independentes do foco de atenção (Vuilleumier et al., 2002), e pela existência de um circuito subcortical retino-colículo-pulvinar específico no processamento de estímulos emocionais não-conscientemente percebidos, permitindo resposta adaptativa rápida ao perigo (Dolan, 2002).

Por isso, pode-se dizer que a amígdala desempenha papel crucial no comportamento social. Experimentos mostram que a presença de outras pessoas observando um comportamento foi associada com um aumento na atividade da amígdala tanto em condições de transgressões morais quanto transgressões sociais (Finger et al., 2006). Como abordado, em humanos, lesões nessa região pode levar a déficits seletivos no reconhecimento de expressões faciais de medo e no condicionamento de medo. Morris e colaboradores realizaram um experimento com tomografia por emissão de pósitrons (PET) e também observaram que, na amígdala, há uma resposta diferenciada para a percepção de faces de medo e faces felizes: a resposta neuronal na amígdala foi significativamente maior na observação de faces com medo do que na observação de faces felizes (Morris et al., 1996). Estudo mais recente de Williams e colaboradores (2004) sugere que essas diferenças de ativação da amígdala frente a faces felizes ou tristes são influenciadas por mecanismos atencionais, sendo que estímulos ameaçadores (faces de medo) causam mais ativação na amígdala quando o estímulo é processado de forma inatencional.

Apesar da dificuldade em se determinar quais regiões compõe o que se conhece como “cérebro emocional”, ou seja, aquelas fortemente ligadas a processos afetivos, é possível destacar as mais frequentes em estudos de neurociência. Os principais seriam: amígdala, núcleo accumbens (NAcc), hipotálamo, córtex cingulado anterior (CCa), ínsula anterior e CPFVm; mas também área tegmentar ventral (ATV), hipocampo, entre outros (Mitchell, 2011; Pessoa, 2008). Apesar do desejo de cunhar um sistema específico relacionado a emoções (expresso no termo *sistema límbico*), nenhuma dessas regiões é melhor definida como puramente afetiva. Embora o sistema límbico tenha sido o sistema neural mais famoso do século XX, não há uma definição genericamente aceita para ele (Pessoa, 2008). O termo “límbico” é em si problemático,

historicamente<sup>17</sup> ligado a diversas funções, como aprendizado e memória, processamento sensorial e cognitivo, funções motoras e emoções.

Como já discutido, acredita-se que computações funcionais comuns subjazam tomada de decisão e regulação emocional (Mitchell, 2011). De novo, uma revisão dos principais trabalhos científicos atuais deixa clara a sobreposição de circuitarias em comportamentos variados. É possível, entretanto, observar que há uma tendência a se considerar que regiões ventrais do córtex pré-frontal estariam primordialmente envolvidas na antecipação de resultados de escolhas, em especial, com a valência afetiva resultante (Coricelli, et al., 2007; Naqvi et al., 2006), ou ainda, com inferência de valor em relação ao objetivo da ação (Hare et al., 2009). Essas estruturas seriam essenciais para a alteração de comportamento quando as recompensas aprendidas não são recebidas com a ação (Mitchell, 2011), fundamentais também na modulação do comportamento social (Anderson et al., 1999; Finger et al., 2006; Lieberman, 2007). Já regiões dorsais do córtex pré-frontal estariam relacionadas mais diretamente ao controle do comportamento, ao auto-controle (Dolan, 2002; Hare et al., 2009; Steinbeis et al., 2012) – importante também nas interações sociais (Lieberman, 2007; Sanfey et al., 2003).

Vale destacar o bonito estudo de Steinbeis, Bernhardt e Singer, explorando a ontogenia da tomada de decisão, baseando-se na premissa de que o CPFDI é importante tanto na implementação do controle do comportamento econômico quanto àquele relacionado ao cumprimento de normas sociais (Steinbeis et al., 2012). Neste estudo com crianças e adultos, observou-se que alterações na estratégia do comportamento podem ser melhor explicadas por diferenças individuais relacionadas ao controle do impulso, subjacentes ao CPFDI. Também notaram diferença de espessura cortical relacionada à estratégia comportamental, podendo refletir uma plasticidade neural dependente de diferenças individuais na prática diária do controle do comportamento. Seus resultados apontam para a ideia de que a razão prima para o comportamento egoísta em crianças com desenvolvimento normal não é resultado da ignorância das normas sociais (crianças pequenas foram capazes de identificar comportamentos sociais

---

<sup>17</sup> O termo “lobo límbico” foi cunhado pela primeira vez por Paul Broca, em 1878. Sem levar em conta aspectos funcionais, Broca identificou estruturas que circundavam o corpo caloso, formando um ‘C’, contendo o giro do cíngulo, o giro parahipocampal e o giro subcaloso (do latim, *limbus* significa borda, fronteira). Anos mais tarde, James Papez reformulou a ideia, defendendo que este lobo estava relacionado à expressão de emoções. Toda estrutura que se relacionava ao hipotálamo era incluída no sistema, muito heterogêneo e pobre em uma unidade morfo-funcional que o identificasse.

justos e injustos, mas falharam em se comportar de maneira coerente com essas observações, não inibindo comportamentos impulsivos), mas sim da inabilidade de implementar o comportamento “certo” em situações concretas, com fortes incentivos auto-centrados. Caberia, portanto, aos adultos o papel de ajudar as crianças a agirem no sentido do que elas já parecem saber, treinando a regulação do impulso e auto-controle (ou seja, educando).

Na integração de processamentos sensorial, afetivo e visceral, a ínsula anterior também desempenha importante papel, sendo uma das estruturas responsáveis por integração visceral, alerta autonômico e emoção (Critchley, 2005; Singer et al., 2009). Ela está relacionada, por exemplo, a preferências de produtos de consumo, envolvida na antecipação de ganhos (Knutson et al., 2007). Em jogos, ofertas injustas ativam a ínsula anterior mais fortemente quando o indivíduo se acredita jogando com uma pessoa do que quando está jogando com o computador (Lee, 2006), sendo que respostas injustas e não-confiáveis em jogos de confiança ativam essa região (Lieberman, 2007; Livet, 2010). A ínsula também tem sido implicada centralmente em emoção, incerteza e aversão a risco: recompensa e risco parecem ser codificados em muitas das áreas cerebrais envolvidas diretamente no processamento emocional, incluindo a ínsula e áreas dopaminérgicas do mesencéfalo. Estas últimas, por sua vez, estão implicadas tanto em emoções positivas quanto negativas, comportamento motivado, e emotividade em desordens afetivas (Quartz, 2009). Curioso observar que, na tomada de decisão, quando pessoas precisam escolher entre ficar com uma opção padrão pré-determinada (chamada de *default*) ou mudar para uma opção alternativa, nota-se uma consistente tendência a se escolher a opção pré-determinada. E maior tendência a mudar e decidir por outra opção que não a padrão é associada a atividade diminuída na ínsula anterior. Especula-se que, nesse caso, escolher a opção padrão possa ser recompensador em si mesmo (Yu et al., 2010).

A maior parte das projeções dopaminérgicas está relacionada a motivação, reforço, expectativa de recompensa e risco (Critchley, 2005; Preusschoff et al., 2006), sendo central no estudo de drogas de abuso. Porém, a dopamina é também um facilitador de ações vigorosas: sua ausência pode levar aos movimentos comprometidos como na doença de Parkinson, assim como seu excesso pode levar a hiperatividade e movimentos estereotipados. Mais recentemente, teorias de aprendizado de reforço defendem que dopamina está envolvida em aprendizado quando o comportamento está associado com recompensa (Cools et al., 2010). Entretanto, acredita-se que

efeitos da manipulação deste neurotransmissor tendem a ser mais importantes no desempenho do que no aprendizado em si (Berridge, 2007).

Similarmente à dopamina, a serotonina apresenta associações tanto afetivas quanto de ativação (tanto o processamento aversivo quanto a inibição do comportamento são proeminentes nos dados sobre a função serotoninérgica) – Cools et al., 2010. Metabólitos serotoninérgicos estão diminuídos em desordens como a agressão impulsiva, violência e mania, caracterizados pela desinibição comportamental e processamento aversivo reduzido (eventos aversivos ativam neurônios serotoninérgicos e diminuição de serotonina central desinibe respostas que são punidas por um resultado aversivo). Porém, assim como na impulsividade, baixos níveis de serotonina também estão relacionados a depressão (caracterizada pela redução do vigor comportamental e aumento de processamento aversivo, com estímulos negativos tendo um maior impacto no comportamento e na cognição). Teorias recentes sugerem que o vínculo entre serotonina e depressão deva ser indireto e mediado por aprendizado associativo e/ou desinibição de pensamentos negativos. A tese dominante em relação à serotonina é de que ela desempenha um papel de neutralização da impulsividade, possivelmente reforçando aversão e aumentando a inibição comportamental – como na escolha de recompensas maiores e tardias (Doya, 2008). Sub-regiões dos núcleos da base e vias dopaminérgicas mesocorticais estariam relacionadas a recompensa e vício, enquanto vias serotoninérgicas pré-frontais estariam envolvidas em aprendizado condicionado ao reforço (Gutnik et al., 2006).

Os núcleos da base são um conjunto de núcleos subcorticais que, através de projeções para o tálamo, atua como fino modulador da atividade cortical. Este conjunto de estruturas profundas do telencéfalo inclui caudado, globo pálido e putâmen, e também estruturas diencefálicas e mesencefálicas: núcleos subtalâmico e accumbens, e substância negra (porção compacta e reticulada) – Martin, 2003. Existe uma organização de chegada e saída de informações nos/dos núcleos da base, sendo o estriado (composto pelo putâmen e caudado) a estrutura de entrada, ou seja, que recebe projeções corticais. O sistema palidal (substância negra reticulada, globo pálido interno e pálido ventral) é o sistema de saída, de onde partem vias para núcleos específicos do tálamo (e também para o tronco encefálico), seguindo daí de volta para o córtex de origem. Assim, regiões corticais associativas e sensório-motoras projetam para o caudado e putâmen, respectivamente, e regiões “límbicas” têm projeções para o núcleo accumbens, formando circuitos de alças paralelas – lesões específicas em determinadas alças

levam a déficits específicos. Exemplo disso são lesões na alça do núcleo accumbens para regiões envolvidas com afeto, que resultam também na síndrome conhecida como transtorno obsessivo compulsivo (toc), ou ainda a síndrome de Tourette, condição em que o indivíduo apresenta múltiplos tiques, associados à vocalização involuntária (Brodal, 2004). Há também uma circuitaria intrínseca, composta pelo globo pálido externo, substância negra reticulada, núcleo subtalâmico e ATV. Projeções do estriado podem ser diretas para o pálido, ou indiretas, quando passam pela circuitaria intrínseca. Essas projeções têm importante papel funcional, sendo a via direta inibitória (facilitadora do movimento) e a via indireta excitatória (inibidora do movimento). Os núcleos da base possuem intensas projeções para o córtex frontal, explicando porque lesões nessas estruturas não levam apenas ao comprometimento motor característico, por exemplo, da doença de Parkinson<sup>18</sup>, mas também ao prejuízo cognitivo e emocional verificado nos déficits desses pacientes na tomada de decisão (Antonelli et al., 2011; Platt, Huettel, 2008).

Os núcleos da base estão também envolvidos em aprendizagem de recompensas. Em jogos que envolvem interações sociais, por exemplo, respostas injustas e não-confiáveis em jogos de confiança ativam a ínsula, caudado e CPFDM (Lieberman, 2007). Indivíduos que apresentam forte ativação no caudado (estriado anterior dorsal), por exemplo, gastam mais dinheiro punindo traidores (Quervain et al., 2004). Acredita-se que projeções aferentes para o estriado dorsal são cruciais para o aprendizado de ações que maximizam recompensas, enquanto projeções para o estriado ventral (incluindo o NAcc) têm função fundamental na previsão de recompensas e aprendizado pavloviano (Singer et al., 2009; Rademacher et al., 2010). Entretanto, há estudos que relacionam o NAcc à antecipação de perdas, ao afeto negativo, como o que ocorre quando o indivíduo faz escolhas de compra de produtos com preços abusivos (Knutson et al., 2007).

Assim, na tomada de decisão, o estriado é importante na avaliação de resultados (Coricelli et al., 2007) – talvez fundamental para o aprendizado inicial, não para aprendizados já consolidados (Ashby et al., 2010). Ademais, a dopamina parece desempenhar um papel cada vez menor na expressão do comportamento ao longo do treinamento (ou seja, com o aprendizado). Comportamentos automatizados se tornam “independentes” de atividades no estriado e de ativação dopaminérgica: conforme o comportamento se automatiza, regiões corticais que

---

<sup>18</sup> Resultado do desequilíbrio entre as vias diretas e indiretas. Vale destacar que os núcleos da base têm também uma via ínfero-temporal que modula a área visual 3 (V3), explicando o motivo de serem as alucinações visuais um possível efeito colateral do uso de fármacos precursores de dopamina, ministrados a pacientes parkinsonianos.



contribuem para representações do valor do resultado esperado desempenham papel cada vez menor. Isso ajuda a explicar porque a alteração de um comportamento aprendido é muito custosa. Gregg e colaboradores mostraram, por exemplo, que informações tendenciosas aprendidas sobre um grupo social fictício não são reversíveis com a mesma facilidade com que são aprendidas (Gregg et al., 2006). Essa dificuldade em se alterar comportamento é também crítica quando se considera campanhas públicas de comunicação de risco, por exemplo, de controle de doenças (como a dengue e a AIDS) ou de economia de água e energia. Isso também se manifesta nos preconceitos sociais. Preconceitos raciais, por exemplo, igualmente envolvem um sistema de punição e recompensa (Amodio, Lieberman, 2009). Estudos mostram que associações implícitas negativas em relação a um grupo social podem resultar em uma resposta emocional automática a membros daquele grupo. Por outro lado, é possível controlar atitudes negativas ativadas automaticamente, e neste caso áreas associadas a inibição, conflito e controle são ativadas, como regiões dorsais do córtex pré-frontal e córtex cingulado anterior (CCa) (Amodio et al., 2006; Amodio, Lieberman, 2009; Cunningham et al., 2008; Harris, Fiske, 2006)<sup>19</sup>.

Assim, a escolha das pessoas com as quais o indivíduo divide sua vida, qual profissão segue ou qual marcas de produtos prefere são resultados de um conjunto de atividades neurais envolvidas em uma valência afetiva, derivada de punições e recompensas aprendidas ao longo de sua vida. A tomada de decisão é, em última instância, resultado de interações de vias inibitórias e excitatórias envolvendo principalmente núcleos da base, córtex, amígdala, hipocampo e ATV. Essas interações, selecionadas ao longo da evolução, interagem de tal forma a garantir a sobrevivência do indivíduo. Para isso, é importante que ele reconheça, em especial, estímulos a ele aversivos. Pode-se esperar, portanto, que o sistema seja capaz de integrar valência negativa, cognição e dor. De fato, estudos com imageamento sugerem que afeto negativo, dor e controle cognitivo<sup>20</sup> ativam uma mesma região do córtex cingulado dorsal, o córtex cingulado médio anterior (CCMa) – Shackman et al., 2011. Estudos anatômicos revelam que o CCMa se constitui em um “nó” onde informações sobre reforços são ligadas a centros motores responsáveis por

---

<sup>19</sup> Cunningham e colaboradores mostraram que em exposições curtas (30 ms) a faces de pessoas negras (para sujeitos brancos), alta atividade na amígdala foi identificada. Porém, com altas exposições (525 ms), regiões dorsais do córtex pré-frontal se mostraram muito ativadas, supostamente refletindo o esforço do indivíduo para modular sua atitude (Cunningham et al., 2008).

<sup>20</sup> Controle cognitivo se refere a processos que interrompem ou ajustam comportamento, orientando-o a ocorrências salientes (Critchley, 2005).

expressar afeto e executar comportamentos direcionados ao objetivo. Esses achados são congruentes com outros estudos que também sugerem a co-ativação do córtex cingulado dorsal e da ínsula ser característica tanto de estados de alerta visceral induzido por dor, de estímulos emocionais (como ameaças), quanto de estados de engajamento cognitivo (Critchley, 2005).

Todos esses três domínios (afeto, dor e controle cognitivo) são similarmente afetados por manipulações da incerteza em questão (frequentemente descrita em termos de ambiguidade e risco). A redução da predição de uma ameaça física, por exemplo, amplifica taxas de ansiedade e medidas periféricas de afeto negativo, como a resposta elétrica da pele (GSR), ativando o CCMA. Da mesma forma, incerteza quanto ao momento em que ocorrerá ou quanto à magnitude de um estímulo doloroso aumenta o desprazer com a dor e pode alterar funções psicofísicas (Shackman et al., 2011). Como mencionado, tarefas de tomada de decisão econômica ativam o CCMA, em especial no processamento cognitivo de conflitos inerentes à escolha (Gutnick et al., 2006). Além disso, a manipulação desses três domínios amplifica medidas de atividade autonômica e afeto negativo (dor e controle cognitivo aumentam a condutância elétrica da pele, por exemplo). Essa manipulação pode produzir distintas alterações na musculatura facial (que seria modulada pelo CCMA por meio dos núcleos faciais), e alterações em um desses domínios poderiam modificar a medida dos outros dois (afeto negativo pode prejudicar o desempenho em tarefas que requerem forte engajamento cognitivo, enquanto controle cognitivo pode atenuar a intensidade de afeto negativo e de dor).

Juntas, essas observações podem ser usadas para se inferir que a função comum implementada pelo CCMA é sensível a certezas a respeito de ações (que resposta dar) e resultados (a magnitude e probabilidade dos reforços obtidos ou evitados em decorrência dessas ações). Em sua extensa revisão da literatura, Shackman e colaboradores propõe que aquela região implementa o controle adaptativo, sintetizando informações sobre punição vindas da amígdala, ínsula e outras regiões, em um sinal capaz de modular centros motores ou regiões subcorticais que influenciam mais diretamente comportamentos defensivos (Shackman et al., 2011). Em resumo, há evidências de que afeto negativo, dor e controle cognitivo são anatômica e funcionalmente integrados no CCMA, que usa informações sobre punições para influenciar respostas quando a ação mais adaptativa é incerta.

Curioso pensar a respeito da consideração de Shackman e seus colaboradores: eles dizem que talvez o maior desafio seja determinar se o controle adaptativo é específico a punições, ou se

estende-se ao comportamento motivado por recompensas. Ao estudar comportamentos, cientistas olham para o sistema anatômico-funcional que o gera e inferem que ele busca prazeres e evita riscos. Essa ideia, porém, pode ser questionada. Valor, moeda ou régua utilizada nesse processo de recompensa é um conceito criado na tentativa de entender esse mesmo sistema. Esse controle adaptativo que envolve dor, emoções de valência negativa e engajamento cognitivo pode ser modulador do comportamento humano, selecionando ações no sentido de minimizar experiências negativas; em última instância, a dor – o britânico Jeremy Bentham (1817, *apud*<sup>21</sup> Dayan, Seymour, 2009) talvez tenha sido um dos primeiros pensadores a propor que reduzir ou evitar dor é um dos principais moduladores de decisão.

A ínsula, por exemplo, assim como o CPFVm, é ativada quando o indivíduo tem a experiência negativa de receber ofertas injustas de um comparsa. Pode ser que isso se dê pelo fato de ele estar esperando a cooperação, e a traição ser um evento que promove a surpresa engajadora de maior esforço cognitivo. Pode ser, porém, que o sistema tenha sido selecionado para responder a estímulos ameaçadores. A amígdala, outro exemplo, responde rapidamente a estímulos de conteúdo afetivo negativo, não a estímulos positivos (os primeiros sendo muito mais relevantes para a sobrevivência do organismo). Como já dito, nessa mesma estrutura, junto ao CPFVm, resultados negativos prévios parecem guiar ações futuras. Pode-se argumentar, entretanto, como seria então possível explicar o comportamento de busca por estímulos que causariam prazer, como o pressionar de uma barra por um rato em troca de água adocicada, ou no uso de drogas de abuso, ou ainda *hobbies* com os quais pessoas gastam suas economias e, principalmente, seu tempo? Esses comportamentos podem ser busca por minimizar um desprazer, aprendidos por associação, ao longo da história de vida do organismo. Nas palavras do médico e biólogo evolucionista norte-americano Randolph Nesse, emoções maximizam o sucesso da sobrevivência da espécie, não felicidade (Nesse, 1998).

Em resumo, o conteúdo afetivo dos possíveis resultados de uma decisão é determinante para a escolha. Pessoas que têm propensão a risco e aquelas que têm forte aversão a ele avaliam de maneiras distintas o afeto negativo relacionado a risco, possuindo diferentes tolerâncias aos resultados negativos. Como consequência, decorrências desagradáveis são menos aceitas por

---

<sup>21</sup> Bentham J. A Table of the springs of Action, Showing the Several Species of Pleasures and Pains, of which Man's Nature is Susceptible. London: London R. & A. Taylor; 1817.

essas últimas, que para minimizar a chance de obtê-las optam por não se arriscarem ou se arriscarem menos. De maneira geral, pessoas com dimensões maiores de CCMA reportam maior predisposição a experimentarem afetos negativos, apresentam elevada atividade elétrica de pele e atividade no CCMA durante tarefas de condicionamento aversivo, adicionada de maior sensibilidade à dor experimental (Shackman *et al.*, 2011).

Essa estreita relação entre emoção negativa e dor também se estende ao que se chamou de dor social. A necessidade de pertencimento a um grupo é definida como um prazer afetivo relacionado a interações estáveis com outras pessoas (sua ausência está ligada a uma variada gama de alterações psicofisiológicas, como depressão, ansiedade e estresse) – Baumeister, Leary, 1995. A segregação ou exclusão deste grupo, de longo ou curto prazo, leva à experimentação da dor social. Humanos detectam e sofrem ao menor sinal de ostracismo, sendo ele um aviso social poderoso na geração de afetos negativos (Zadro *et al.*, 2003)<sup>22</sup>. Assim, estímulos usados em estudos com indução de emoções negativas podem ser equivalentes à aplicação de estímulos dolorosos somatossensoriais (Amodio, Frith, 2006), compartilhando o mesmo substrato neural (Eisenberger *et al.*, 2006; Kross *et al.*, 2011).

Apesar de terem a mesma base biológica e os mesmos objetivos como espécie, seres humanos decidem de maneira bem diversa. Como já discutido, o que para um indivíduo é repulsivo como resultado de uma escolha, para outro é estimulante. Um escalador, por exemplo, vê na altura um estímulo positivo, enquanto para a maioria das pessoas ela é, no mínimo, algo preocupante. Um exemplo menos extremo seria o perfil de investidores. Algumas pessoas preferem investimentos agressivos, de alto ganho e alto risco, enquanto outras se pautam por sua preferência pelo investimento mais seguro. Porém, se tomada de decisão é modulada por processos emocionais no sentido de minimizar resultados “dolorosos”, diferenças individuais relacionadas a impulsividade e busca por sensações poderiam ser preditores de percepção de dor.

Esta ideia é o cerne de um dos objetivos deste estudo: explorar se indivíduos extremamente avessos a risco financeiro teriam percepção de dor diferente daqueles que se arriscam mais e são mais impulsivos em relação a finanças. Porém, não apenas a dor física, mas também a dor social (Eisenberger *et al.*, 2003; Kross *et al.*, 2011; Lamm, Singer, 2010) e a dor a

---

<sup>22</sup> Interações sociais são tão importantes para a saúde humana a ponto de levar especialistas a sugerirem a inclusão do tópico “nível de confiança nos vizinhos” como necessário em índices nacionais de estimativa de bem-estar (Diener e Seligman, 2004).

que chama-se de “imagética”, referente ao desprazer em se observar imagens de valência afetiva negativa (segundo classificação do *International Affective Picture Set* [IAPS] – Bradley, Langer, 2007). Estudos recentes oferecem indícios para esta ideia. Eles sugerem, por exemplo, que pessoas apresentando alto neuroticismo<sup>23</sup> e baixa extroversão experimentam maior sensibilidade à dor física (Paine et al., 2009). Por outro lado, indivíduos que tendem a se arriscar apresentam altas pontuações de extroversão e baixas de neuroticismo (Nicholson et al., 2005). Pode-se inferir que pessoas com tendência a risco poderiam também apresentar maior tolerância a dor.

Aversão a risco é de especial interesse em estudos de decisões financeiras, em que indivíduos ganham, perdem, e trocam quantias em dinheiro. E a forma como características individuais de aversão a risco modulam a aquisição de informações do cenário de escolha pode ser estudada através da observação da atenção visual. No próximo item, discute-se a relação entre atenção visual e movimentos oculares, e sua modulação em decisões financeiras.

#### *1.1.4 Atenção visual, movimentos oculares e decisões financeiras*

Apesar da ilusão de que cenas visuais são percebidas claramente e de forma homogênea em apenas “uma mirada”, a acuidade visual em humanos decai rapidamente em função de excentricidade – da distância, em graus de ângulo visual, da linha de visão – como resultado da distribuição retiniana de fotorreceptores (com a fóvea rica em cones e sua periferia rica em bastonetes). A visão fora dos poucos graus centrais do campo visual é extremamente pobre. Isso significa que pessoas precisam mover seus olhos em direção a diferentes posições do espaço visual a fim de perceber com acuidade informações contidas nele. Esses movimentos oculares são compostos de sacadas e fixações (Purves et al., 2013). De três a quatro sacadas são realizadas, aproximadamente, a cada segundo, e em condições normais de iluminação e cognição, fixações têm duração média de 200 a 300 ms (Holmqvist et al., 2011). Sacadas são movimentos balísticos rápidos (de 600 a 700 graus/s) que levam o objeto atendido a incidir na fóvea, e são caracterizados por uma relação invariante entre pico de velocidade e amplitude (Becker, Fuchs,

---

<sup>23</sup> Neuroticismo é caracterizado como tendência de um indivíduo a experimentar afetos negativos, acompanhada de maior sensibilidade a dor física, distúrbios do sono e depressão (Eisenberger et al., 2005; Eysenck, 1967). O oposto a ele é “estabilidade emocional”, que se refere à habilidade de o indivíduo reagir de maneira apropriada a eventos de expressivo conteúdo emocional (Iaria et al., 2008).

1969; Gooding, Basso, 2008; Leigh, Zee, 1983). O tempo que transcorre entre a aparição de um estímulo até o início de uma sacada em resposta a ele é chamado de latência (latências de sacadas de amplitudes médias variam de 100 ms a 350 ms) (Abadi, 2006).

Comandos de movimento oculares são gerados em um conjunto de circuitos incluindo os campos visuais frontais no córtex<sup>24</sup> (CVF), e o colículo superior no mesencéfalo, que projeta para a formação reticular no tronco encefálico, que, então, organiza e coordena a ativação de músculos extra-oculares<sup>25</sup> por neurônios motores do tronco encefálico. Portanto, a coordenação de movimentos oculares está sobre controle direto do colículo superior, que recebe aferências visuais, auditivas e somestésicas (Bear et al., 2007), além de ser modulado por conexões com os núcleos da base. Estudos eletrofisiológicos em macacos, por exemplo, indicam que estas últimas estruturas desempenham papel importante na inibição e iniciação de movimentos oculares (Purves et al., 2013). Neurônios do núcleo caudado disparam potenciais de ação imediatamente antes do início de um movimento ocular; imediatamente depois, neurônios da substância cinzenta reticulada silenciam, resultando em disparos de potenciais de ação no colículo superior, e na produção de um movimento ocular.

Apesar de parecerem ocorrer sem esforço, movimentos sacádicos podem envolver uma variedade de fenômenos cognitivos. Até mesmo a geração de uma simples sacada em direção a um estímulo súbito envolve ponderações complexas entre informações provenientes do estímulo (“de baixo para cima”) e de intenções e objetivos do indivíduo (“de cima para baixo”). Enquanto atenção parece estar intimamente ligada a movimentos oculares, a natureza precisa dessa relação permanece incerta (Hutton, 2008). Atenção pode ser definida como uma atividade neural que facilita o processamento de determinados estímulos visuais em detrimento de outros. A atenção que indivíduos voluntariamente dirigem para um aspecto particular do ambiente, como em direção a uma voz ou a uma localização no espaço visual, é chamada de atenção endógena.

---

<sup>24</sup> Ou *frontal eye fields*, região do córtex frontal dorsal envolvida no controle de atenção visual e movimentos oculares. A combinação da atividade relaciona a sacadas e ao controle atencional no CVF contribuiu para o desenvolvimento da teoria pré-motora da atenção, de Rizzolatti e colaboradores, propondo que alterações de atenção e preparação de ações direcionadas ao objetivo estão intimamente relacionadas pois compartilham mecanismos sensório-motores (Rizzolatti et al., 1994; Purves et al., 2013). Especificamente, a circuitaria relacionada a sacadas mediam atenção visual espacial encoberta.

<sup>25</sup> Existem três pares de músculos extra-oculares responsáveis pelo movimento do globo ocular: o oblíquo superior e inferior, o reto superior e inferior, e o reto medial e lateral (Purves et al., 2013).

Ela diz respeito à habilidade de voluntariamente se atender a determinados estímulos a partir de objetivos, expectativas ou experiências individuais. Neste trabalho, este é o tipo de atenção considerado para estudo.

Acredita-se que sensibilidade a recompensa se manifeste através da circuitaria de movimentos sacádicos, e também da atenção (Hayhoe e Ballard, 2005). Grande parte dos estudos sobre atenção investiga, em macacos, a atividade de neurônios de uma região do córtex parietal posterior chamada área intraparietal lateral (IPL) e do CVF. Ambas as regiões corresponderiam funcionalmente às áreas parietais e frontais em humanos, onde estudos de imageamento têm mostrado atividade relacionada ao controle da atenção (Purves et al., 2013). Na IPL, neurônios envolvidos em sacadas em direção a um estímulo relevante respondem de forma gradual tanto à quantidade de recompensa esperada quanto à probabilidade de ela ocorrer, no período anterior à resposta (Hayhoe, Ballard, 2005). Segundo os autores, a atividade de neurônios da IPL é modulada por fatores associados não ao processamento sensorial ou o planejamento motor, mas a atenção e outros fenômenos cognitivos.

A IPL é um dos elementos críticos do sistema visual de controle de sacadas, e contém um mapa topográfico aproximado tanto de objetos no mundo visual, quanto dos movimentos oculares necessários para alinhar o olhar com esses objetos (Glimcher, 2003; Purves et al., 2013). Esta área projeta tanto para o CVF, quanto para o colículo superior, que contém mapas topográficos similares àquele em função. O CVF também faz projeções diretas para o colículo superior, e todas essas áreas são reciprocamente conectadas<sup>26</sup>. Por fim, conexões entre os sistemas motores do tronco encefálico e o colículo superior são mediadas por uma classe de neurônios coliculares que têm a propriedade biológica de disparar potenciais de ação tanto em frequência baixa (em que diferentes taxas de disparos são observadas), quanto em frequências muito altas, a taxas de disparos fixas (Glimcher, 2009). Acredita-se que a geração de um movimento ocular aconteça quando esses neurônios disparam acima de um limiar específico de disparos, depois do qual um surto ocorre e se auto-perpetua até que o movimento esteja completo. Interconexões inibitórias no mapa topográfico colicular parecem impedir atividades similares àquele surto de disparos mais

---

<sup>26</sup> Novas abordagens quanto ao processamento visual incluem projeções diretas entre o núcleo pulvinar do tálamo, alvo de neurônios do colículo superior, e áreas corticais como a ínsula, cíngulo e córtex parietal. De especial interesse é a revisão de Pessoa e Adolphs (2010), que abordam as conexões envolvidas na percepção visual, com enfoque no papel da amígdala na avaliação da significância de estímulos visuais para o organismo.

do que em uma localização por vez, sugerindo que a arquitetura colicular permita que apenas um único movimento seja executado por vez. Estudos indicam que disparos de baixa frequência tanto na IPL quanto no CVF e no colículo superior estão relacionados à probabilidade de um movimento ser executado pelo animal. Desses três mapas, o que tem sido mais estudado em relação a decisões é a área IPL. Se a magnitude de uma recompensa ou sua probabilidade de ocorrência é sistematicamente manipulada, por exemplo, a atividade nesta área (taxas de disparos) parece codificar valor subjetivo relativo – o valor subjetivo de uma opção A em relação a todos os valores individuais das opções de escolha, incluindo A (Dorris, Glimcher, 2004).

De forma especulativa, modelos de geração de movimento ocular proposto por alguns destes estudos postulam que, a qualquer momento, neurônios na IPL representam valores subjetivos relativos imediatos de cada movimento no repertório sacádico. Movimentos que não possuem valores nulos são então representados, cada um deles, por atividade local no mapa (que seria linearmente proporcional ao valor subjetivo relativo). Acredita-se que a representação de valores subjetivos localizada no CPFm e no estriado ventral funcione como a fonte inicial deste sinal (Glimcher, 2009). Em suma, segundo Glimcher, IPL, CVF e colículo superior transmitem sinais que codificam valores subjetivos, e movimentos oculares ocorrem quando a atividade associada a uma das opções avaliadas como positivas (no sentido de ser maior do que zero) faz com que os neurônios coliculares associados a ela atinja o limiar de disparo discutido anteriormente.

Por refletirem alterações no sistema nervoso, movimentos oculares são alvos de estudos em indivíduos com diferentes desordens, como aquelas relacionadas ao espectro autista (Baron-Cohen et al., 1999; Leekam et al., 1998; Pelphrey et al., 2005), esquizofrenia (Crawford et al., 1998; Gooding e Basso, 2008; Fukushima et al., 1990; Ramchandran et al., 2004) e psicopatia (Corr, 2000; Raine, Venables, 1990). Indivíduos com desordens do espectro autista, por exemplo, apresentam deficiências na inferência de emoções e intenções do outro, apresentando padrões de fixações que fogem do triângulo olhos-boca presente em indivíduos “normais” quando da percepção de faces – fixando regiões como queixo, testa e orelhas (Purves et al., 2013). O conhecimento dessas alterações de movimentos oculares é importante não apenas no auxílio do diagnóstico dessas desordens, mas também em seu tratamento (como terapias envolvendo treinamento de fixações em determinadas regiões da face a fim de se aprimorar interações sociais, com indivíduos autistas).



Outro insumo importante de informações quanto a estados neurais provenientes da observação do olho é a dilatação pupilar. A pupila é uma abertura ocular através da qual a “luz” se insere na retina. Envoltura pela íris, que contém dois músculos responsáveis pela variação de tamanho pupilar, a pupila contribui para o funcionamento óptico através de um constante ajuste para diferentes níveis de iluminação ambiente, chamado de reflexo pupilar (Bear et al., 2007). Este reflexo envolve conexões entre a retina e neurônios no tronco encefálico controladores dos músculos que causam constrição da pupila. O reflexo pupilar é consensual: a incidência de luz em um olho leva à constrição pupilar em ambos os olhos (a falta deste reflexo consensual é sinal de séria lesão envolvendo o tronco encefálico).

Porém, a característica pupilar mais interessante para estudos de percepção e comportamento em humanos não diz respeito a movimentos pupilares diretamente relacionados a funções ópticas, mas sim a alterações refletindo atenção, cognição, emoção e dor (Beatty, Wagoner, 2000; Hess, Polt, 1964; Kahneman et al., 1969; Wang, 2009). Essas alterações ocorrem por influências do funcionamento do sistema nervoso autônomo (SNA). Este sistema dá origem a uma variedade de respostas fisiológicas, e é composto por duas divisões complementares: uma divisão simpática e uma parassimpática (Bear et al., 2007). Ambas modulam o diâmetro pupilar, em direções opostas: o sistema simpático dilata a pupila (como em momentos de estresse) e o parassimpático a contrai (como quando o indivíduo está relaxado).

Diversos estudos têm explorado essa característica da pupila, por ser o diâmetro pupilar boa fonte de medida não-específica, com alta resolução temporal, de esforço cognitivo (ver Beatty, Lucero-Wagoner [2000] para revisão). Estudos de neuroimagem sugerem que alterações em diâmetros da pupila se relacionam a atividades em regiões corticais frontais envolvidas em controle cognitivo (Critchley et al., 2005; Satterthwaite et al., 2007), apesar de os mecanismos envolvidos nessa relação não serem totalmente conhecidos. Vale destacar que o diâmetro pupilar oferece vantagens em relação a outras medidas de resposta do SNA. Ele é menos afetado por características individuais relacionadas a capacidade física, como fatores de aptidão física e massa corporal (o que ocorre com pressão sanguínea e frequência cardíaca, por exemplo) (Yechiam, Telpaz, 2011), e é modulado por ambas as divisões do SNA (respostas de condutividade da pele, por exemplo, são observadas apenas quando o sistema simpático está no comando). Este fato é pertinente em especial em estudos de tomada de decisão, em que alerta mediado pela divisão parassimpática pode ser relevante para o estudo do comportamento de

aversão a risco, já que este sistema parece ser importante na reação defensiva e ansiedade (Lyonfields et al., 1995; Yechiam e Telpaz, 2011). No presente estudo, alterações no diâmetro pupilar foram analisadas nos diferentes cenários de decisão.

Portanto, movimentos oculares são críticos para a aquisição eficiente de informação durante tarefas de complexidade visual e cognitiva (frequentes no cotidiano dos indivíduos), e fornecem medidas do processamento cognitivo em tempo real (Henderson e Hollingworth, 1998; Pieters, Warlop, 1999; Rizzolatti et al., 1994; Russo, 1978). Atenção visual desempenha papel determinante na escolha por ser um mecanismo-chave de coordenação que mantém o processamento de informações e de outros objetivos ao longo do tempo (Chandon et al., 2008; Reutskaja et al., 2011; ver Glimcher, 2009 para revisão sobre os circuitos envolvendo movimentos oculares e comportamento). Assim, o estudo de movimentos oculares fornece dados dinâmicos sobre como pessoas exploram visualmente o cenário de decisão, informando sobre características da decisão que permaneceriam desconhecidas pelo uso de apenas medidas comportamentais (Duchowski, 2002; Fiedler, Glöckner, 2012). Reflexo disso é o fato de diversos estudos utilizarem *rastreamento do olhar* para investigar mecanismos envolvidos em escolhas (Armel et al., 2008; Fiedler e Glöckner, 2012; Kuo et al., 2009; Payne, Venkatraman, 2011; Russo, Rosen, 1975; Satterthwaite et al., 2007; Schulte-Mecklenbeck et al., 2011; Wunderlich et al., 2010).

Movimentos oculares têm também sido investigados em um crescente número de estudos aplicados de tomada de decisão, em cenários práticos de escolhas. Estes trabalhos incluem decisões de compra: escolhas de produtos em ambiente natural (loja), busca visual em prateleiras, memória para anúncios, e percepção de marca e de embalagens (Chandon, 2002; Fiedler e Glöckner, 2012; Fletcher et al. 1995; Janiszewski 1998; Rayner et al., 2001; Russo, Leclerc, 1994; Wedel, Pieters, 2008; Zhang et al., 2009). Apesar de tradicionalmente focarem no impacto desses estímulos na tomada de decisão sob aspectos mais práticos (como dar suporte ao desenvolvimento de campanhas, embalagens e planejamento de negócio em geral), estes estudos trazem a vantagem de investigarem decisões em situações aplicadas, com grande validade ecológica (pessoas de quase todos os níveis sociais, raças, gêneros, se vêem em mercados, vendas, camelôs ou outras lojas realizando decisões financeiras e observando estímulos de venda e construção de marca quase todos os dias de suas vidas; ou seja, a tarefa de compra é para elas muito familiar). Reflexo disso ou não, nota-se uma tendência a divisão menos rígida na literatura

de tomada de decisão entre estudos voltados a oferecer insumos ao mercado e aqueles debruçados ao entendimento dos sistemas neurais subjacentes à decisão de compra. Afinal, o que os diferencia, com frequência, é o enfoque de suas conclusões, não o quadro teórico, métodos e motivações envolvidos (muitas vezes, nem mesmo os pesquisadores) – e geralmente esta essa motivação é a construção de um quadro teórico cada vez mais completo sobre a tomada de decisão em humanos. Assim, o uso de procedimentos de pesquisa envolvendo tarefas de compra tem se tornado cada vez mais comum, em especial em estudos de neuroeconomia (por exemplo: Grosenick et al., 2008; Knutson et al., 2007; Levy et al., 2011; Plassmann et al., 2007; Venkatraman et al., 2012).

A tradicional decisão de compra envolve escolha entre dois ou mais produtos que variam quanto a seus preços e características. E, de maneira geral, a escolha pode ser primordialmente dirigida por preço ou pelas qualidades do produto. O que determina qual dessas duas variáveis terá mais peso na decisão depende de dois fatores interativos: preferências intrínsecas do consumidor e fatores contextuais extrínsecos moldados pela construção do cenário de escolha (ver Bettman et al., 1998 para discussão a respeito de preferências construídas). Preferências intrínsecas tendem a ser mais fortes para bens duráveis e para itens relacionados à expressão de identidade pessoal (Solomon, 1999). Por exemplo, uma pessoa pode se preocupar mais com preço quando escolhendo entre opções de amaciante, mas se interessar mais por qualidade do produto quando está comprando um relógio, perfume ou peça de roupa. Por outro lado, fatores contextuais extrínsecos são mais poderosos quando o indivíduo não possui fortes preferências entre os produtos e marcas em jogo (Milosavljevic et al., 2011).

Portanto, na decisão de compra, existe um espectro com as variáveis preço e características do produto em pontos opostos. Considerando uma mesma categoria de produto, algumas pessoas tendem a ver o preço a ser pago como variável mais importante na decisão. Outras pendem para o outro lado do espectro, e são mais propensas a decidir baseando-se nas características do produto (todas elas avaliam ambas as variáveis em suas escolhas, mas há um viés derivado dessas preferências pessoais). Quando este viés é para preço, diz-se que o indivíduo é mormente sensível a preço; quando o é para características do produto, diz-se que ele é principalmente sensível a qualidades do produto. Pessoas diferem quanto à sensibilidade a preço ou características dos produtos, e essas diferenças modulam a aquisição de informações na tomada de decisão (Malhotra et al., 2008) (a consideração da categoria de produtos é um fator

determinante aqui; basta pensar nas diferenças entre o processo de decisão de um artigo eletroeletrônico e uma pasta de dente).

Enquanto fatores extrínsecos parecem ser transitórios, assim como o são os cenários de escolha, preferências intrínsecas tendem a ser mais estáveis (apesar de mutáveis). Por exemplo, quando a qualidade das opções de escolha é muito similar, preço tende a ser o direcionador da decisão, mesmo sem mudar as preferências individuais de quem compra. Suponha, por exemplo, que uma pessoa está realizando uma compra em uma loja na Internet. A principal preocupação dela é com as qualidades estéticas do produto, e esta é a variável que primeiramente observa. Ela nota, porém, que os produtos são muito similares, e não consegue definir uma preferência por um deles. Então, olha mais cuidadosamente para os preços, e, após compará-los, finalmente decide pelo produto mais barato. Neste exemplo, apesar de o indivíduo ser mais sensível às características do produto, os preços tenderam a influenciar, e até mesmo guiar, a escolha. Por outro lado, indivíduos sensíveis a preço poderiam também acabar escolhendo o produto mais barato, mas seguindo uma abordagem totalmente distinta – e um estudo que propusesse um cenário de escolha em que preço ou estética fossem praticamente indistinguíveis falharia em identificar essas abordagens.

Já que atenção visual e movimentos oculares andam juntos (Russo, 1978) e movimentos oculares refletem atividades cognitivas de alta ordem (Rizzolatti et al., 1994), o estudo da tomada de decisão pode se beneficiar substancialmente do uso de técnicas de rastreamento do olhar. No presente estudo, testa-se a ideia de que sensibilidade a produto e a preço se refletem nas estratégias utilizadas para explorar informações visuais sobre preços e produtos antes de que cada decisão seja tomada. Investiga-se padrões de movimentos oculares, através de três medidas características de diferenças individuais em decisões de compra: a localização da primeira fixação; o total de fixações em preços e produtos; e o número de comparações entre essas variáveis. Espera-se que esses três recursos contribuam para o conhecimento dos distintos aspectos da aquisição de informações durante a decisão. Que fixações iniciais reflitam vieses automáticos em relação à importância de preço ou produto na escolha (uma espécie de “saliência” às avessas) (van Zoest et al., 2004), já que informações de preços a se pagar seriam especialmente importantes para indivíduos mais sensíveis a preço, enquanto características do produto o seriam para pessoas mais sensíveis a elas. Que o total de fixações proporcione um “índice” da importância da variável fixada para a decisão; e que o total de trocas ou comparações

entre preço e produto reflita a ação de adquirir informações, em um constante processo de atualizar os objetivos em relação ao cenário de decisão, de acordo com as informações que vão sendo adquiridas. Neste caso, mais fixações em, e comparações entre, preços seriam observadas entre indivíduos sensíveis a preço, e vice-versa quanto a pessoas mais sensíveis às características dos produtos.

No estudo 2 deste trabalho, manipulou-se também diferentes tipos de preços promocionais, a fim de avaliar sua influência na tomada de decisão. Quando se diz que um produto está em promoção, isso significa que o preço de um produto ou marca foi temporariamente reduzido pelo comerciante (Tellis, Zufryden, 1995). Estudos realizados em laboratório sobre como indivíduos respondem a promoções na decisão de compra sugerem que pessoas são altamente sensíveis à quantia economizada com preços promocionais (Darke, Freedman, 1993), e que tendem a usar mais produtos quando eles são oferecidos em promoção do que quando estão com seu preço regular (Wansink, 1996; Ailawadi e Neslin, 1998). Além disso, estudos de campo, utilizando principalmente dados de venda de lojas, indicam que o surto de venda causado pela promoção de preço de produtos de uma determinada categoria tende a se reter (com maior consumo daquela categoria) por períodos mais longos do que o da promoção (Pauwels et al., 2002; Khan, Dipak, 2005). Porém, essa relação não é sempre tão simples, e desvantagens incluem a influência negativa na percepção de qualidade e valor do produto (Blattberg, Neslin, 1990; Darke, Chung, 2005; Rajneesh et al., 2000), e o aumento da sensibilidade dos consumidores a preço (Mela et al., 1997; Pauwels et al., 2002). Neste último caso, quando indivíduos são recompensados com descontos por sua resistência a preços regulares, a resistência se torna mais frequente, mesmo quando o produto é estimado por eles (Nagle, Hogan, 1994)<sup>27</sup>.

Entre as diferentes estratégias de promoção empregadas para influenciar decisões de compra está a de utilizar preços regulares de produtos em promoção como referência para a compra (conhecido como *reference pricing*). Neste caso, a loja informa o desconto de um produto com seu preço original bastante à mostra, e este funciona como um ponto de referência de preço – fazendo com que o ganho percebido seja maior (Monroe e Petroschius, 1981; Tellis,

---

<sup>27</sup> Esses efeitos negativos na tomada de decisão envolvendo preços em promoção levaram ao desenvolvimento de modelos de negócio alternativos, como o de “preço baixo todos os dias”, popularizado pela gigante Wal-Mart (Madan, Suri, 2001).

1986), já que opções de escolhas parecem mais atrativas quando estão próximas a uma alternativa mais cara do que quando são apresentadas isoladamente (Kahneman, Tversky, 1979). O preço inicial funciona, então, como uma “âncora”, na qual a análise da vantagem proporcionada pela promoção é baseada (Kahneman, Knetsch, 1993). No estudo 2 deste trabalho, explora-se esse efeito, através dos movimentos oculares e atenção visual dedicados a preços iniciais e finais de produtos em promoção.

Há também promoções de risco, em que o indivíduo é informado de que poderá ganhar um desconto em relação ao preço original, mas o valor do desconto só é revelado na hora da compra (Kamleitner et al., 2011). Apesar de experimentos sugerirem que pessoas são avessas a este tipo de desconto, por justamente conter risco (Iyengar et al., 2008), existem trabalhos sugerindo que, em compras com baixo envolvimento, indivíduos não mostrariam aversão por este tipo de desconto (Goldsmith, Amir, 2010; Mazar, Ariely, 2008). Entretanto, este dado não é congruente com estudos de tomada de decisão, que indicam aversão a risco financeiro em humanos adultos, mesmo quando a quantia a ser perdida não é muito alta (Bechara et al., 2005). No presente trabalho, um dos objetivos é investigar se indivíduos apresentam preferências por descontos fixos a descontos de risco<sup>28</sup>, mesmo em compra de baixo envolvimento e com baixas quantias. Acredita-se que, desde que estejam engajadas na tarefa, pessoas expressem preferências por alternativas seguras em oposição a arriscadas, mesmo que deixem de ganhar um pouco mais por isso.

Outro ponto explorado no estudo 2 deste trabalho é a influência que diferentes formas de apresentação de uma mesma promoção pode ter na decisão de compra. Como discutido anteriormente, quando uma mesma informação é apresentada de duas maneiras distintas e altera a escolha, fala-se que houve um “efeito de apresentação”, mais conhecido como *framing effect* (Dayan, Seymour, 2008; Kahneman, Tversky, 1984; Tversky, Kahneman, 1981). Apesar de estudos da literatura explorarem esse efeito em decisões econômicas – por exemplo, com descontos em porcentagem vs. em centavos (Chen et al., 2012; DeVecchio et al., 2006), ou descontos por item vs. por compra (Kamleitner et al., 2011) –, nenhum deles, até o momento, parece ter explorado a manipulação de uma promoção expressa em porcentagem ou apenas como “*sale*”, adotada no estudo 2.

---

<sup>28</sup> Exemplo de desconto de risco real (da livraria norte-americana Barnes&Noble) encontra-se no item *Apêndices*.

Portanto, efeitos de promoções na tomada de decisão não estão totalmente claros e podem variar dependendo de diferenças individuais, da categoria do produto, do modelo de negócio do comerciante, entre outros fatores. E a atenção visual pode ser de especial relevância na investigação desses fatores. Estudos com decisão de compra utilizando monitoramento de movimentos oculares sugerem, por exemplo, que pessoas tendem a escolher itens que elas fixaram mais durante uma tarefa (Reutskaja, 2011), que preferências por marcas podem ser previstas através de padrões de movimentos oculares (Russo, Leclerc, 1994), e que a organização dos produtos no ponto-de-venda influencia a escolha de marca (Chandon, 2002). O mais importante é que tanto características do consumidor (fatores “de cima pra baixo”) quanto do estímulo (fatores “de baixo pra cima”) podem influenciar atenção, percepção e escolha (Russo, Leclerc, 1994; Wedel, Pieters, 2008). O rastreamento do olhar é, portanto, ferramenta valiosa para fornecer informações a respeito da decisão, especialmente aquelas envolvendo comparações entre as diferentes opções de escolha.

Em resumo, atenção visual e movimentos oculares são bons indicadores de como variáveis são exploradas e comparadas, em tempo real. Decisões de compra são um tipo de decisão financeira em que estes fenômenos podem ser observados, por constituírem tarefas comuns para a maior parte das pessoas. A influência de características individuais na decisão pode ser observada através do estudo dos movimentos oculares, em especial sensibilidade a preço ou produto. Tanto em um caso quanto em outro, a tomada de decisão se dá a partir da inferência de valor para cada opção de escolha. Esta inferência é modulada por circuitos envolvendo regiões corticais e subcorticais que modulam a estimativa de resultados da escolha no sentido de fornecerem consequências menos aversivas ao organismo. Tanto a aceção do que é aversivo quanto a tolerância a estímulos que geram afeto negativo dependem também de traços individuais, resultantes de diversos fatores, entre eles experiências de vida e cultura. Em sentido mais amplo, dependem de como organismos percebem e lidam com dor. No próximo item, discute-se o que é dor, quais os sistemas neurais envolvidos neste fenômeno, e, principalmente, os benefícios em se considerar percepção de dor, e os sistemas envolvidos em sua modulação, no estudo da tomada de decisão.

## 1.2 Dor

*“The deeper you look, the more you realize just how much we do not understand about pain”*

(Ben Seymour, 2012)

Poucas percepções um ser humano é capaz de ter durante a vida mais imprescindíveis para sua sobrevivência do que a dor. Pode-se dizer que dor representa um desvio do equilíbrio homeostático (Leknes, Tracey, 2008). Ou ainda, que é uma experiência sensorial e emocional associada com real ou potencial lesão de tecido, ou descrita em termos de tal lesão – como define a *Associação Internacional para o Estudo da Dor (IASP)* (Merskey, Bogduk, 1994). Outra possível definição para dor seria que é o sentimento, ou percepção, de irritação, inflamação, ardor, latejo e/ou outras sensações difíceis de suportar provenientes do corpo (Bear et al., 2007) – incluindo sentimentos de saudade ou culpa, originários do próprio sistema nervoso. Nota-se, pelas três definições, que dor é diferente de nocicepção.

Nocicepção pode ser definida como o processo sensorial que fornece o sinal que, potencialmente, gera uma dor. Porém, nociceptores podem estar continuamente ativos e a dor ir e voltar, assim como a dor pode ser agonizante mesmo sem atividade de nociceptores – além disso, o mesmo nível de atividade em um nociceptor pode produzir mais ou menos dor, dependendo de diversos fatores discutidos adiante, entre eles o contexto comportamental (Bear et al., 2007). Pacientes com dor crônica frequentemente enfrentam exacerbações e reduções na dor independentes de alterações objetivas no processo patológico subjacente. Por outro lado, essas flutuações no nível da dor são correlacionadas a situações de estresse do cotidiano e a mudanças de humor. Algumas condições dolorosas, como a fibromialgia e a enxaqueca, não envolvem lesão de tecidos, enquanto lesões agudas significativas podem ser suportadas sem dor imediata alguma (como o que ocorre com soldados em campos de batalha) – além da poderosa ação analgésica de placebos no tratamento da dor (Fields, 2007). Ou seja, dor é uma percepção complexa e multidimensional que varia em qualidade, força, duração, localização e desprazer. A expressão da e reação à dor é influenciada por diversas variáveis, entre elas, genéticas, familiares, de desenvolvimento, psicológicas, sociais e culturais – conseqüentemente, seu entendimento requer não apenas o conhecimento do sistema nociceptivo, mas o reconhecimento e controle de diversos fatores ambientais e emocionais que modificam a percepção de dor (McGrath, 1994). Portanto, enquanto a definição de nocicepção é biologicamente assertiva, o construto de dor é controverso e uma definição última não pode, por enquanto, ser construída. Entretanto, está claro que dor e nocicepção, apesar de distintas, estão intrinsecamente relacionadas.



Terminais celulares nervosos polimodais que iniciam a percepção de dor são conhecidos como nociceptores (do latim, *nocere* = ferir). Presentes na maior parte dos tecidos do corpo (pele, ossos, músculos, órgãos internos), eles têm condução relativamente lenta, axônios pouco ou nada mielinizados, pertencentes ao grupo A $\delta$  no primeiro caso (conduzindo a cerca de 20 m/s) e ao grupo C no segundo (2 m/s) – por isso, diz-se que existem duas vias de dor, uma rápida e uma lenta (Purves et al., 2008). Informações transmitidas pelos nociceptores são levadas ao sistema nervoso central por caminho distinto daquele da mecanoceção, sendo bastante diferente também a experiência subjetiva por eles produzida. A ativação seletiva de nociceptores pode levar à experiência consciente da dor.

A grosso modo, as membranas dos nociceptores possuem canais iônicos ativados por estímulos que potencialmente podem causar lesão no tecido, como estimulação mecânica muito forte, temperaturas extremas, privação de oxigênio, e exposição a certos produtos químicos. Temperaturas superiores a 43 °C, por exemplo, causam queimadura no tecido, e canais iônicos sensíveis ao calor abrem nesta temperatura (apesar de serem polimodais, há nociceptores que apresentam seletividade de resposta ao calor extremo e ao frio extremo) – vale lembrar que a sensação de calor experimentada em temperaturas entre 37 °C e 43 °C depende de termocetores não-nociceptivos.

Nociceção faz parte da submodalidade somatossensorial chamada protopática, caracteristicamente difusa e de difícil localização. É parte do sistema ântero-lateral, composto por axônios de segunda ordem contralaterais que decussam ao longo de toda a medula espinal (Bear et al., 2007). As vias centrais ascendentes de dor incluem o trato espinotalâmico, espinoreticular e espinomesencefálico, sendo o espinotalâmico a via sensorial mais importante para a dor somática e para as sensações térmicas (Berne, Levi, 2009). Como o próprio nome diz, neurônios que compõe o trato espinotalâmico ascendem na medula, passam pela ponte e bulbo e fazem sinapse no tálamo. A partir daí, há três alvos principais desta via: áreas motoras do córtex cingulado (por sua vez, uma via de entrada do que seria o “sistema límbico”), córtex somatossensorial secundário (SII; onde informações nociceptivas são integradas) e ínsula<sup>29</sup> (o córtex insular posterior também integra informações de dor, temperatura e do sistema

---

<sup>29</sup> Como abordado, Damásio e colaboradores (Bechara, Damásio, 2005), na teoria dos marcadores somáticos, defendem que a ínsula e o córtex somatossensorial secundário estão relacionados a estados do corpo, e com base na atividade dessas áreas são elaboradas sensações a que se chama, por exemplo, medo e ansiedade.

interoceptivo, como fome e sede). Como aferências que sinalizam impulsos viscerais podem também transportar informações provenientes de receptores cutâneos, a fonte da dor pode ser erroneamente identificada; esse fenômeno é chamado de dor referida e exemplo clássico é quando o músculo cardíaco sofre isquemia e a dor é sentida na parede do tórax e no braço esquerdo (Berne, Levi, 2009; Craig, 2002; Fields, 2004).

Por outro lado, neurônios do trato espinoreticular desembocam primeiramente em regiões da formação reticular bulbar e pontina. Dessas regiões também se originam projeções descendentes que fazem parte do sistema eferente de controle da dor. Já terminações do trato espinomesencefálico estão localizadas em diversos núcleos do mesencéfalo, incluindo a substância cinzenta periaquedutal (SCP), importante para a analgesia endógena – como discutido adiante, essa região está envolvida na exacerbação ou atenuação de informações nociceptivas, atuando com projeções eferentes diretamente para a medula espinal (Martin, 2003).

A dor resultante da atividade de nociceptores pode ser reduzida quando mecanorreceptores (fibras  $A\alpha$  e  $A\beta$ , de limiar baixo e calibre maior) são ativados simultaneamente à atividade nociceptiva – o que explicaria porque esfregar uma região contundida ajuda no alívio da dor. Este fenômeno foi explicado por Melzack e Wall, nos anos 1960s, pela teoria da comporta (Bear et al., 2007). Segundo eles, certos neurônios do corno dorsal, cujos axônios aferem pelo trato espinotalâmico, são excitados tanto por axônios de grande calibre quanto por axônios amielinizados de nociceptores. Essas fibras C aferentes também inibem interneurônios antes de ascenderem, enquanto as fibras  $A\alpha$  e  $A\beta$  excitam esses interneurônios. Se esses interneurônios (que fazem sinapse com os neurônios secundários que ascendem pelo trato espinotalâmico) são excitados pelas fibras de largo calibre, a atividade nociceptiva é reduzida (dada à sinapse inibitória do interneurônio com os neurônios secundários aferentes). Esta seria uma regulação aferente da dor somatossensorial.

Já a regulação eferente envolve diversas regiões, entre elas a SCP. Essa região normalmente recebe projeções de diversas estruturas do sistema nervoso, muitas delas transmitindo informações emocionais (Berne, Levi, 2009). Axônios descendentes de neurônios da SCP se projetam para o bulbo, em especial para os núcleos da rafe (cujo principal neurotransmissor é a serotonina), que rumam para o corno dorsal da medula espinal, onde podem efetivamente enfraquecer a atividade de neurônios nociceptivos. Emoções fortes, estresse, objetivos fortemente orientados podem suprimir sentimentos de dor – atletas que sofrem lesões

sérias durante provas, e ativistas engajados em greve de fome, por exemplo, muitas vezes aparentam não estar sentindo a dor que um observador atento esperaria. Além da serotonina, catecolaminas (como a norepinefrina e a epinefrina), liberadas por neurônios do tronco encefálico com ação na medula, podem produzir analgesia (Berne e Levy, 2009).

O controle descendente da dor pode se dar também pela ação de opióides endógenos (e seus análogos, como a morfina), que inibem a atividade neural das vias nociceptivas (Leknes, Tracey, 2008). Opióides endógenos são neuropeptídeos que ativam alguns dos diferentes tipos de receptores de opióides (opióides endógenos incluem a encefalina, a dinorfina e a  $\beta$ -endorfina), neuropeptídeos coletivamente chamados de endorfinas. Endorfinas e seus receptores estão amplamente distribuídos no sistema nervoso central, mas se encontram concentrados em áreas que processam ou modulam informações nociceptivas. Pequenas injeções de morfina ou endorfinas na SCP, nos núcleos da rafe ou no corno dorsal da medula levam à analgesia (como este efeito é interrompido pela administração de um bloqueador específico de receptores opióides, a naloxona, as drogas injetadas certamente agem ligando-se a receptores opióides). Ao nível celular, endorfinas apresentam diversos efeitos, incluindo a supressão da liberação de glutamato de terminais pré-sinápticos e a inibição de neurônios através da hiperpolarização de suas membranas pós-sinápticas (Bear et al., 2007). Em resumo, o sistema de neurônios contendo endorfina na medula espinal e tronco encefálico inibe a passagem de sinais nociceptivos do corno dorsal para regiões centrais superiores, onde a percepção de dor é gerada. Pode-se dizer que o sistema eferente de modulação da dor consiste de células inibitórias e excitatórias que se comunicam com o córtex pré-frontal, hipotálamo e amígdala, controlando a via aferente nociceptiva<sup>30</sup>.

Uma estimulação dolorosa não resulta apenas em respostas defensivas e involuntárias características, mas também em uma representação perceptual de qualidade afetiva negativa (Dayan, Seymour, 2009). Desta forma, dor é um fenômeno amplo, que abarca inclusive situações em que não há estimulação nociceptiva. Exemplo disso são situações em que o indivíduo se vê privado da convivência de outro indivíduo ou grupo social para ele muito caro. Como discutido, exclusão social, rejeição e perda são mais do que uma metáfora de dor. Como inclusão em um

---

<sup>30</sup> Sistemas que controlam a função cardiovascular são também sistemas acoplados à percepção de dor, que pode ser inibida através da elevação da pressão arterial ou venosa em situações de estresse – o pode contribuir para o desenvolvimento de hipertensão em humanos (Randich and Maixner, 1984).

grupo foi e é ponto-chave para sobrevivência entre animais gregários, ameaças a conexões sociais são identificadas como uma ameaça à própria segurança (MacDonald e Leary, 2005). Ambos os tipos de dor motivam comportamento rápido e defensivo, são emocionalmente aversivas e compartilham os mesmos correlatos fisiológicos. Kross e colaboradores utilizaram fMRI em um estudo com pessoas que recentemente haviam terminado uma relação amorosa não por vontade própria, mas por uma decisão do parceiro (Kross et al., 2011). Nesse estudo, elas viam a foto da pessoa amada que as rejeitou, e se concentravam na situação do rompimento do relacionamento e na experiência que viveram de rejeição (os participantes também foram submetidos a estimulações de dor física). A pesquisa mostrou que áreas envolvidas no componente sensorial da dor física (SII e ínsula dorsal posterior) são também ativadas nessa situação<sup>31</sup>. Assim, rejeição e dor física são similares não apenas no estresse emocional que provocam, mas também compartilham representações somatossensoriais. Mesmo quando ser excluído significa ganhar mais dinheiro e ser incluído significa perder, pessoas sentem-se mais infelizes com a exclusão (Van Beest e Williams, 2006). Por fim, rejeição social pode, inclusive, aumentar a sensibilidade a dor física. (Eisenberger et al., 2006).

Outro aspecto importante da percepção de dor é que estímulos potencialmente dolorosos idênticos podem ser percebidos diferentemente pelo mesmo indivíduo de acordo com a situação em que ele se encontra. Existem diversos fatores capazes de modular a dor: atenção, comportamento direcionado ao objetivo, conhecimento e controle do estímulo, expectativa e significado aversivo são alguns deles (Kanfer e Goldfoot, 1966; Wiech et al., 2008) – mesmo em recém-nascidos um mesmo estímulo potencialmente doloroso é percebido como de diferentes intensidades dependendo da situação em que é apresentado (McGrath, 1994). Expectativa, por exemplo, desempenha papel importante não apenas na modulação da dor crônica e aguda, mas também em outras alterações caracterizadas por expectativas certas (como no caso de fobias específicas) ou expectativas incertas (como na ansiedade generalizada) de eventos aversivos (Ploghaus et al., 2003). Tarefas que exigem esforço cognitivo (como o que ocorre no efeito

---

<sup>31</sup> A pungência da dor de exclusão social está presente na cultura em diversas figuras de linguagem, como “coração partido” e “machucar o sentimento” de alguém. Também em canções populares, como a eternizada na voz de Freddie Mercury: *“Too much love will kill you/ Just as sure as none at all/ It'll drain the power that's in you/ Make you plead and scream and crawl/ And the pain will make you crazy/ You're the victim of your crime/ Too much love will kill you - every time”* (John Musker, Brian May e Elizabeth Lamers).

*Stroop*<sup>32</sup>) também podem atenuar a intensidade percebida da dor e de afetos negativos. O mesmo ocorre com a administração de drogas-placebo (Zhang e Luo, 2009) e ansiolíticos não-analgésicos diretos (Wiech e Tracey, 2009) – essa redução na percepção de dor é acompanhada por redução na atividade do CCMa (que, com base em outros estudos, pode levar à ideia de possível convergência de funções de controle cognitivo, dor e afeto negativo nessa região, como abordado no capítulo anterior – Rainville, 2002; Shackman et al., 2011). De maneira geral, acredita-se que a modulação cognitiva da dor esteja relacionada à ativação de áreas cerebrais pré-frontais (como CPFDI e CPFVI), que modulam a ativação de regiões associadas a dor no córtex (CCa, SI, SII, ínsula e tálamo), tronco encefálico e corno dorsal (como a SCP). O CPFDI, por exemplo, tem conexões com o CCa, que por sua vez projeta-se para o tálamo e para a SCP (Wiech et al., 2008).

Assim, atividades no CCa, amígdala e estriado ventral podem contribuir para a modulação endógena da dor, existindo uma sobreposição entre os padrões de ativação associados ao sentimento de dor, emoções e estados motivacionais (Rainville, 2002). É curioso observar que tanto ameaça quanto recompensa antecipada podem levar à produção de opióides endógenos, que inibem respostas de dor. Opióides afetam a tomada de decisão também através da ativação da via dopaminérgica mesoestriatal, onde concomitantemente promovem a busca por recompensa e aumentam o limiar de resposta a um estímulo nocivo (Fields, 2007). Para o indivíduo, o significado de dor e prazer (valor hedônico subjetivo conferido a uma recompensa) é determinado, pelo menos, por fatores sensoriais, homeostáticos e culturais (Leknes, Tracey, 2008). Segundo Leknes e Tracey, a premissa básica do processo de decisão é que qualquer coisa que seja potencialmente mais importante para sobrevivência do que a dor deve exercer efeito anti-nociceptivo (ideia a que chamam “modelo de decisão-motivação”). Este modelo prevê que dilemas de recompensa e dor (em que recompensa maior é obtida ao preço de pequena dor) são resolvidos através desse efeito anti-nociceptivo gerado pela recompensa. Assim, ao passo que a sinalização dopaminérgica se correlaciona com recompensas obtidas em relação a um estímulo, neurônios dopaminérgicos estriatais também respondem a estímulos aversivos (porém, em

---

<sup>32</sup> O efeito Stroop ganhou este nome depois que John Ridley Stroop, na década de 1930s, criou uma tarefa em que o voluntário deveria nomear a cor das letras de uma palavra (por exemplo a palavra “verde”) escrita em uma cor diferente (“verde” escrita em vermelho), o que aumentava o tempo de execução da tarefa, com maior esforço cognitivo (comparando-se com situações em que a palavra era escrita em preto ou na cor escrita – “verde” escrita em verde).

contraste com os disparos que sinalizam recompensas, estimulação aversiva causa uma breve inibição da linha de base de disparos).

Apesar de dopamina estar envolvida tanto na percepção de dor quanto de recompensa, seu papel nesse processo segue ainda em debate. A sinalização dopaminérgica poderia refletir um aumento de dopamina, exacerbando a dor, mas, poderia também refletir sinais breves relacionados à motivação em se evitar a dor. Também segue o debate sobre a existência de um ou dois sistemas envolvidos em processos aversivos ou apetitivos no sistema nervoso central. Regiões aparentemente envolvidas na interação de dor e prazer incluem o NAcc, o pálido e a amígdala. Essas regiões recebem sinais diretos e indiretos relacionados a recompensa de neurônios dopaminérgicos do mesencéfalo (Kut et al., 2011). A sobreposição do substrato neural e químico relacionado a dor e prazer sugere que a interação funcional entre eles está envolvida no mecanismo pelo qual, em geral, dor diminui prazer e recompensa induz a analgesia.

Acredita-se que, na tomada de decisão, sistemas envolvidos na avaliação das opções de escolhas atuam no sentido de evitar aquelas que dão origem a resultados aversivos, através de avaliações de valor. Durante a decisão, pessoas mostram, por exemplo, atividade aumentada na ínsula em situações em que precisam pagar preço abusivo por um produto (Knutson et al., 2007), sugerindo que a avaliação de uma opção abusiva envolva modulações de áreas relacionadas a percepção de dor e afeto negativo. O mesmo se dá em estudos em que indivíduos experimentam perda financeira durante um jogo de aposta, e é observada atividade neural similar à encontrada em estudos de condicionamento aversivo com uso de choques (Seymour et al., 2007; Dayan, Seymour, 2009). Interessante observar que alguns estímulos que predizem a ausência de recompensa (chamados de “inibidores apetitivos”), e estímulos que predizem a presença de punição ou perda (“excitadores aversivos”) são representados de forma parecida. Por exemplo, em termos de representação de valor, omissão de comida é intrinsecamente similar a choques dolorosos (Dayan, Seymour, 2009), e ambos seriam então evitados com similar avidez. Paralelamente, pessoas se dedicariam a trabalhar e ganhar seus salários motivadas por evitar situações de fome, falta de moradia, incapacidade de acesso a tratamento médico de qualidade, ou até mesmo exclusão de seus pares no convívio social.

Desta forma, a modulação da dor está intimamente relacionada a ações tomadas pelo indivíduo – a ponto de não ficar claro se escolhas são feitas no sentido de buscar maiores recompensas ou de evitar maiores punições (eventos aversivos mais dolorosos). Sob o ponto de

vista evolutivo, esta última ideia parece fazer mais sentido. De qualquer forma, a história de vida e a herança genética do indivíduo influenciam suas percepções de dor e, por consequência, suas decisões. Apesar de estudos de modulação da dor dependendo de traços individuais serem escassos, eles são importantes para o entendimento de seus mecanismos modulatórios (estudos com esse enfoque geralmente abordam apenas o aspecto genético relacionado a tolerância e limiar de dor, explorando diferenças entre gênero [Fillingim, 2000; Robinson et al., 2003], etnias e grupos sociais [Pool et al., 2001; Rahim-Williams et al., 2012]). Porém, questões como se pessoas com grande aversão a risco financeiro teriam percepção de dor distinta daquelas mais arriscadas seguem sem respostas. Este estudo foi concebido na intenção de explorar essa, entre outras, pergunta, como discutido detalhadamente a partir do próximo capítulo.

## CONCLUSÕES FINAIS

Os resultados deste trabalho suportam a ideia de que circuitos neurais subjacentes a percepção de (e sensibilidade a) afeto negativo se sobrepõe àqueles envolvidos em tomada de decisão. Maior sensibilidade a dor, nos três domínios estudados, parece estar relacionada a aversão a risco financeiro. Apesar de existirem traços comuns de comportamento entre humanos, características individuais são determinantes nas escolhas, figurando como peças-chave no estudo da tomada de decisão. Em cenários em que as opções de escolhas são substancialmente distintas, por exemplo, essas diferenças pessoais emergem e modulam estratégias de escolha, refletidas na atenção visual. Movimentos oculares são, portanto, bons preditores de decisão, bem como bons indicadores de tendências individuais de preferência na escolha. Esses traços individuais mostraram-se fundamentais para o entendimento do comportamento, e não devem ser ignorados em pesquisas que se dedicam a este tema.

Especificamente, pode-se concluir que:

1. Dor física (estímulo térmico), social (exclusão de um grupo) e imagética (desprazer com imagens de valência afetiva negativa) estão positivamente relacionadas entre si.
2. Aversão a risco financeiro e sensibilidade a dor parecem estar relacionadas, indicando o compartilhamento de recursos neurais entre decisão econômica e percepção de dor.
3. Não foi encontrada relação significativa entre aversão a risco financeiro e probabilidades de reversão em tarefas de escolha binária repetida. Entretanto, indivíduos que apresentaram probabilidades de reversão menores quando ganhavam (inferior a 10%) foram mais rápidos para decidir durante toda a tarefa.
4. O questionário para determinação de perfil de risco financeiro adaptado para este estudo não teve correlação com os jogos financeiros utilizados.



5. Profissionais que trabalham com corretagem de fundos de investimento ou com análises mercadológicas não apresentaram diferenças significativas quanto a aversão a risco em jogos financeiros em relação a pós-graduandos.

6. Em decisões de compra, preferências individuais refletidas em sensibilidades a preço ou estética existiram independentemente do contexto.

7. Indivíduos com diferentes sensibilidades a preço e características estéticas das opções de escolha aplicaram estratégias distintas na decisão de compra, passíveis de serem observadas na atenção visual para essas variáveis.

8. Pessoas mais sensíveis a preço realizaram mais fixações totais em preço do que em produto, e fizeram mais comparações gerais envolvendo preços. Por outro lado, indivíduos sensíveis primordialmente à estética dos produtos fixaram mais e realizaram mais comparações envolvendo produtos.

9. Indivíduos começaram a explorar a cena de decisão já fixando as variáveis mais importantes para sua escolha, de acordo com preferências pessoais (e essa tendência se acentuou ao longo da tarefa).

10. É possível prever escolhas de produtos mais caros a partir de fixações e comparações realizadas entre as variáveis produtos e preços envolvidas na escolha.

11. Em cenários de promoção, preços originais dos produtos em oferta foram tão atendidos quanto preços finais, independente de sensibilidades individuais a preço ou produto.

12. Descontos fixos foram preferidos a descontos de risco, e estes últimos demandaram mais tempo na decisão.

13. Diferentes formas de apresentar um mesmo desconto não influenciaram escolhas (“25%OFF” vs. “*sale*”).

## REFERÊNCIAS<sup>33</sup>

- Abadi RV. Vision and eye movements. *Clinical and Experimental Optometry*. 2006;3:55-6.
- Ailawadi K, Scott N. The effect of promotion on consumption: buying more and using it faster. *Journal of Marketing Research*. 1998;35:390–8.
- Amodio DM, Frith CD. Meeting of minds: the medial frontal cortex and social cognition. *Nature Reviews Neuroscience*. 2006;7:268-77.
- Amodio DM, Kubota JT, Harmon-Jones E, Devine PG. Alternative mechanisms for regulating racial responses according to internal vs. external cues. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. 2006;1:26-36.
- Amodio DM, Lieberman MD. Pictures in our heads: contributions of fMRI to the study of prejudice and stereotyping. In: Nelson T, editor. *Handbook of prejudice, stereotyping, and discrimination*. New York, US: Earlbaum Press; 2009. 134-56 p.
- Anderson SW, Bechara A, Damasio H, Tranel D, Damasio AR. Impairment of social and moral behavior related to early damage in the human prefrontal cortex. *Nature Neuroscience*. 1999;2:1032-37.
- Antonelli NR, Strafella AP. Impulsivity and Parkinson's disease: More than just disinhibition. *Journal of the Neurological Sciences*. 2011;310:202–7.
- Armel CK, Beaumel A, Rangel A. Biasing simple choices by manipulating relative visual attention. *Judgment of Decision Making*. 2008;3:396–403.
- Bach DR, Huys QJ, Dayan P, Dolan RJ, Duzel E. Action dominates valence in anticipatory representations in the human striatum and dopaminergic midbrain. *Journal of Neuroscience*. 2011;31:7867–75.
- Bär KJ, Brehm S, Boettger MK. Pain perception in major depression depends on pain modality. *Pain*. 2005;117:97-103.
- Baron-Cohen S, Campbell R, Karmiloff-Smith A, Grant J, Walker J. Are children with autism blind to the mentalistic significance of the eyes? *British Journal Development Psychology*. 1999;13:379–98.
- Bartels LM. Question order and declining faith in elections. *Public Opinion Quarterly*. 2002;66:167–79.
- Baumeister RF, Leary MR. The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin*. 1995;117:497-529.

---

<sup>33</sup> De acordo com: International Committee of Medical Journal Editors. [Internet]. Uniform requirements for manuscripts submitted to Biomedical Journal: sample references. [updated 2011 Jul 15]. Available from: <http://www.icmje.org>.

Bear MF, Connors BW, Paradiso MA. Neuroscience: exploring the brain. Baltimore, UK: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.

Beatty J, Lucero-Wagoner B. The pupillary system. In: Cacioppo JT, Tassinary LG, Berntson GG, editors. Handbook of psychophysiology. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 2000. 214-39 p.

Bechara A. The role of emotion in decision-making: evidence from neurological patients with orbitofrontal damage. *Brain Cognition*. 2004;55.

Bechara A, Damasio AR. The somatic marker hypothesis: a neural theory of economic decision. *Games Economic Behavior*. 2005;52:336–72.

Bechara A, Damasio H, Tranel D, Damasio AR. Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy. *Science*. 1997;275:1293-95.

\_\_\_\_\_ The Iowa Gambling Task and the somatic marker hypothesis: some questions and answers. *Trends in Cognitive Sciences*. 2005;9:159–62.

Bechara A, Tranel D, Damasio H. Characterization of the decision-making deficit of patients with ventromedial prefrontal cortex lesions. *Brain*. 2000;11:2189–202.

Becker W, Fuchs AF. Further properties of the human saccadic system: eye movements and correctional saccades with and without visual fixation points, *Vision Research*. 1969;9:1247-58.

Bekkers R. Measuring Altruistic Behavior in Surveys: The All-or-Nothing Dictator Game. *Survey Research Methods*. 2007;1:3.

Bergamin O, Kardon RH. Latency of the pupil light reflex: sample rate, stimulus intensity, and variation in normal subjects. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2003;44:4.

Berne RM, Levy MN. *Fisiologia*. 6a ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2009.

Berridge KC. The debate over dopamine's role in reward: the case for incentive salience. *Psychopharmacology*. 2007;191:391–431.

Bettman JR, Luce MF, Payne JW. Constructive consumer choice processes. *Journal of Consumer Research*. 1998;25:187.

Blais AR, Weber EU. A domain-specific risk-taking (DOSPERT) scale for adult populations. *Judgment and Decision Making*. 2006;1:33–47.

Blattberg RC, Neslin SA. *Sales promotion: concepts, methods, and strategies*. New Jersey, US: Prentice-Hall, Englewood Cliffs; 1990.

Bourgeois-Gironde S. Regret and the rationality of choices. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. 2010;365:249-57.

Bradley MM, Lang PJ. The International Affective Picture System (IAPS) in the study of emotion and

attention. In: Coan JA, Allen JJB, editors. Handbook of emotion elicitation and assessment. Oxford: Oxford University Press; 2007. 29-46 p.

Bradley MA, Luecken LJ. Heart Rate Variability as an index of regulated emotional responding. Review of General Psychology. 2006;10:229–40.

Brandao ML, Anseloni VZ, Pandossio JE, De Araujo JE, Castilho VM. Neurochemical mechanisms of the defensive behavior in the dorsal midbrain. Neuroscience Biobehavior. 1999;23:863–75.

Brodal A. Neurological Anatomy in Relation to Clinical Medicine. 3rd ed. New York: Oxford University Press; 2004.

Brough, AR, Isaac MS. Finding a Home for Products We Love: How Buyer Usage Intent Affects the Pricing of Used Goods. Journal of Marketing. 2012;76:78-91.

Brown JL, Sheffield D, Leary MR, Robinson ME. Social support and experimental pain. Psychosomatic Medicine. 2003;65:276–83.

Camerer C. Three cheers - psychological, theoretical, empirical - for loss aversion. Journal of Marketing Research. 2005;42:129–33.

Camerer CF. Prospect theory in the wild: evidence from the field. In: Kahneman D, Tversky A, editors. Choices, Values, and Frames. Cambridge: Cambridge University Press; 1981. 288 p.

Camerer C, Thaler R. Anomalies: ultimatums, dictators and manners. Journal of Economic Perspectives. 1995;9:209-19.

Carter MR, MacInnes JJ, Huettel SA, Adcock RA. Activation in the VTA and nucleus accumbens increases in anticipation of both gains and losses. Frontiers in Behavioral Neuroscience. 2009;3:1–15.

Chandon P. Do We Know What We Look At? An Eye-Tracking Study of Visual Attention and Memory for Brands at the Point of Purchase. Working Paper, INSEAD, Fontainebleau; 2002.

Chapman CR, Oka S, Bradshaw DH, Jacobson RC, Donaldson GW. Phasic pupil dilation response to noxious stimulation in normal volunteers: Relationship to brain evoked potentials and pain report. Psychophysiology. 1999;36:44-52.

Cheal DJ. The gift economy. New York: Routledge. 1988.

Chen H, Marmorstein H, Tsiros M, Rao A. When More Is Less: The Impact of Base Value Neglect on Consumer Preferences for Bonus Packs over Price Discounts. Journal of Marketing. 2012;76:64–77.

Chen MK, Lakshminarayanan V, Santos LR. How basic are behavioral biases? Evidence from capuchin monkey trading behavior. Journal of Political Economy. 2006;114:517-37.

Ciampi D de A, Lefaucheur JP, Galhardoni R, Ferreira KSL, Paiva ARB, Bor-Seng-Shu, E, et al. Subthalamic deep brain stimulation modulates small fiber-dependent sensory thresholds in Parkinson's disease. Pain. 2012;153:1107–13.

Clithero J, Reeck C, Carter R, Smith D, Huettel S. Nucleus accumbens mediates relative motivation for rewards in the absence of choice. *Frontiers of Human Neuroscience*. 2011;5:87.

Cohen S. Social relationships and health. *American Psychology*. 2004;59:676–84.

Congdon E, Canli T. The endophenotype of impulsivity: reaching consilience through behavioral, genetic, and neuroimaging approaches. *Behavioral and cognitive neuroscience reviews*. 2005;4:262-81.

Coricelli G, Critchley HD, Joffily M, O’Doherty JP, Sirigu A, Dolan RJ. Regret and its avoidance: a neuroimaging study of choice behavior. *Nature Neuroscience*. 2005;8:1255–62.

Coricelli G, Dolan RJ, Angela S. Brain, emotion and decision making: the paradigmatic example of regret. *Trends in Cognitive Science*. 2007;11:259-72.

Corr PJ. Psychoticism. In: Kazdin AE, editor. *Encyclopedia of Psychology*. Washington: Oxford University Press; 2000. 469 p.

Coutlee CG, Huettel SA. The functional neuroanatomy of decision making: Prefrontal control of thought and action. *Brain Research*. 2011;1428:3-12.

Craig AD. How do you feel? Interoception: the sense of the physiological condition of the body. *Nature Reviews in Neuroscience*. 2002;3:655–66.

\_\_\_\_\_. Interoception: the sense of the physiological condition of the body. *Current Opinion Neurobiology*. 2003;13:500–5.

Crawford TJ, Sharma T, Puri B K, Murray RM, Berridge DM, Lewis SW. Saccadic eye movements in families multiply affected with schizophrenia: The Maudsley family study. *American Journal of Psychiatry*. 1998;155:1703–10.

Crespi I, Morris D. Question Order Effect and the Measurement of Candidate Preference in the 1982 Connecticut Elections. *Public Opinion Quarterly*. 1984;48:578-91.

Critchley HD, Tang J, Glaser D, Butterworth B, Dolan RJ. Anterior cingulate activity during error and autonomic response. *NeuroImage*. 2005;27:885–95.

Croy I, Springborn M, Lötsch J, Johnston ANB, Hummel T. Agreeable smellers and sensitive neurotics - correlations among personality traits and sensory thresholds. *PLoS one*. 2011;6:187-201.

Cunningham WA, Van Bavel JJ, Johnsen IR. Affective flexibility: evaluative processing goals shape amygdale activity. *Psychology Science*. 2008;19:152–60.

Damasio AR. *Descartes’ error: Emotion, reason, and the human brain*. New York: Grosset/Putnam; 1994.

\_\_\_\_\_. The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Science*. 1996;351:1413–20.

Darke PR, Freedman JL. Deciding whether to seek a bargain: Effects of both amount and percentage off.

Journal of Applied Psychology. 1993;78:960–5.

Daw ND, O’Doherty JP, Dayan P, Seymour B, Dolan RJ. Cortical substrates for exploratory decisions in humans. *Nature*. 2006;441:876–9.

Dayan P, Seymour B. Values and actions in aversion. In: Glimcher PW, Camerer CF, Fehr E, Poldrack RA, editors. *Neuroeconomics: Decision making and the brain*. Amsterdam, HO: Academic Press.; 2009. 175–191 p.

De Martino B, Kumaran D, Holt B, Dolan RJ. The neurobiology of reference-dependent value computation. *Journal of Neuroscience*. 2009;29:3833–42.

De Martino B, Camerer CF, Adolphs R. Amygdala damage eliminates monetary loss aversion. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2010;107(8):3788–92.

de Vignemont F, Singer T. The empathic brain: how, when, and why? *Trends Cognitive Sciences*. 2006;10:435–41.

Delgado MR, Labouliere, CD, Phelps EA. Fear of losing money? Aversive conditioning with secondary reinforcers. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. 2006;1:250–9.

DelVecchio D, Henard DH, Freling TH. The effect of sales promotion on post-promotion brand preference: A meta-analysis. *Journal of Retailing*. 2006;82:203–13.

Dewall CN, Macdonald G, Webster GD. Acetaminophen reduces social pain: behavioral and neural evidence. *Psychological Science*. 2010;21(7):931–7.

Dhar SK, Gonzalez-Vallejo C, Soman D. Brand Promotions as a Lottery. *Marketing Letters*. 1995;6(3):221–33.

Dickstein DP, Finger EC, Brotman MA, Rich BA, Pine DS, Blair JR. Impaired probabilistic reversal learning in youths with mood and anxiety disorders. *Psychological Medicine*. 2009;1:13–2.

Diener E, Seligman MEP. Beyond money: Toward an economy of well-being. *Psychological Science in the Public Interest*. 2004;5:1–31.

Dorr M, Martinetz T, Gegenfurtner K, Barth E. Variability of eye movements when viewing dynamic natural scenes. *Journal of Vision*. 2010;10(10):1–17.

Dorris MC, Glimcher PW. Activity in posterior parietal cortex is correlated with the relative subjective desirability of action. *Neuron*. 2004;44:365–78.

Downey G, Feldman S. Implications of rejection sensitivity for intimate relationships. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1996;70:1327–43.

Duchowski AT. A breadth-first survey of eye-tracking applications. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*. 2002;34(4):455–70.

- Dum J, Herz A. Endorphinergic modulation of neural reward systems indicated by behavioral changes. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*. 1984;21:259–66.
- Eisenberg M, Barry C. Order effects: A study of the possible influence of presentation order on user judgments of document relevance. *Journal of the American Society for Information Science*. 1988;39:293–300.
- Eisenberger NI, Lieberman MD. Why rejection hurts: a common neural alarm system for physical and social pain. *Trends in Cognitive Science*. 2004;8:294–300.
- Eisenberger NI, Lieberman MD, Satpute AB. Personality from a controlled processing perspective: An fMRI study of neuroticism, extraversion, and self-consciousness. *Behavioral Neuroscience*. 2005;5(2):169-81.
- Eisenberger NI, Lieberman MD, Williams KD. Does rejection hurt? An fMRI study of social exclusion. *Science*. 2003;302:290-2.
- Eisenberger NI, Way BM, Taylor SE, Welch WT, Lieberman MD. Understanding genetic risk for aggression: clues from the brain's response to social exclusion. *Biological Psychiatry*. 2007;61:1100-08.
- Eisenberger N, Jarcho J, Lieberman M, Naliboff BD. An experimental study of shared sensitivity to physical pain and social rejection. *Pain*. 2006;126:132-8.
- Ellingsen T, Johannesson M. Anticipated verbal feedback induces altruistic behaviour. *Evolution and Human Behavior*. 2008;29:100–5.
- Ellsberg D. Risk, ambiguity, and the Savage axioms. *Quarterly Journal of Economy*. 1961;75:643–69.
- Eysenck HJ. *The biological basis of personality*. Springfield, IL: Thomas; 1967.
- Fanselow MS. Neural organization of the defensive behavior system responsible for fear. *Psychonomic Bulletin & Review*. 1994;1:429–38.
- Feher-da-Silva C, Baldo MV. A simple artificial life model explains irrational behavior in human decision-making. *PLoS One*. 2012;7:5.
- Fehr E, Gächter S. Altruistic punishment in humans. *Nature*. 2002;415:137–40.
- Ferrer JC, Oyarzu D, Vera J. Risk averse retail pricing with robust demand forecasting. *International Journal of Production Economics*. 2012;136:151–60.
- Fiedler S, Glöckner A. The dynamics of decision making in risky choice: an eye-tracking analysis. *Frontiers in Psychology*. 2012;3:335-51.
- Fields HL. Understanding how opioids contribute to reward and analgesia. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. 2007;32:242–6.
- \_\_\_\_\_. State-dependent opioid control of pain. *Nature Reviews in Neuroscience*. 2004;5:565-75.



Filligim RB. Sex, gender, and pain: Women and men really are different. *Current Review of Pain*. 2000;4:24–30.

Finger EC, Marsh AA, Kamel N, Mitchell DG, Blair JR. Caught in the act: the impact of audience on the neural response to morally and socially inappropriate behavior. *Neuroimage*. 2006;33:414–21.

FitzGerald T, Bach D, Seymour B, Dolan RJ. Differentiable neural substrates for learned and described value and risk. *Current Biology*. 2010;20:1823–29.

Fletcher JE, Krugman DM, Foit RJ, Fischer P, Rojas T. Masked recall and eye-tracking of adolescents exposed to cautionary notices in magazine ads. In: Ellen PS, Kaufman PJ. *Marketing and Public Policy Conference Proceedings*. Atlanta: Georgia State University Press; 1995. 128–35 p.

Forsythe R, Horowitz JL, Savin NE, Sefton M. Fairness in simple bargaining experiments. *Games and Economic Behavior*. 1994;6:347–69.

Fox CR, Poldrack RA. Prospect theory and the brain. In: Glimcher, PW, editor. *Neuroeconomics: Decision-making and the brain*. London, UK: Elsevier. 2009, p.302-25.

Franken IH, Muris P. Individual differences in decision making. *Personality and Individual Differences*. 2005;5:991–8.

Frith CD, Singer T. The role of social cognition in decision making. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 2008;3875:363-7.

Fukushima J, Fukushima K, Morita N, Yamashita I. Further analysis of the control of voluntary saccadic eye movements in schizophrenic patients. *Biological Psychiatry*. 1990;28:943–58.

Gigerenzer G. Fast and frugal heuristics: the tools of bounded rationality. In: Koehler D, Harvey N, editors. *Blackwell Handbook of Judgment and Decision Making*. Cambridge, UK: Blackwell Publishing. 2004, p.134-52.

Gigerenzer G, Goldstein DG. Reasoning the fast and frugal way: models of bounded rationality. *Psychological Review*. 1996;103:650–69.

Gilzenrat MS, Nieuwenhuis S, Jepma M, Cohen JD. Pupil diameter tracks changes in control state predicted by the adaptive gain theory of locus coeruleus function. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. 2010;10:252–69.

Glimcher P. Choice: Towards a standar back-pocket model. In: Glimcher PW, editor. *Neuroeconomics: Decision-making and the brain*. London, UK: Elsevier; 2009. 503-20p.

\_\_\_\_\_. The neurobiology of visual-saccadic decision making. *Annual Review of Neuroscience*. 2003; 26:133–79.

Glimcher P, Camerer C, Fehr E, Poldrack R. *Neuroeconomics, decision making and the brain*. London, UK: Elsevier; 2009.

- Godinho F, Magnin M, Frot M, Perchet C, Garcia-Larrea L. Emotional modulation of pain: is it the sensation or what we recall? *Journal of Neuroscience*. 2006;26:11454–61.
- Gold JJ, Shadlen MN. The neural basis of decision making. *Annual Review of Neuroscience*. 2007;30:535–42.
- Goldsmith K, Amir O. Can Uncertainty improve promotions? *Journal of Marketing Research*. 2010;47:1070–7.
- Goldsmith RE, Hofacker CF. Measuring consumer innovativeness. *Journal of the Academy of Marketing Science*. 1991;19(3):209–22.
- Gooding DC, Basso MA. The tell-tale tasks: a review of saccadic research in psychiatric patient populations. *Brain and Cognition*. 2008;68:371–90.
- Granot M. Personality traits associated with perception of noxious stimuli in women with vulvar vestibulitis syndrome. *The Journal of Pain*. 2005;6(3):168–73.
- Gregg, AP, Seibt B, Banaji MH. Easier done than undone: Asymmetries in the malleability of implicit preferences. *Journal of Personality and Social Psychology*. 2006;90:1–20.
- Grosenick L, Greer S, Knutson B. Interpretable classifiers for fMRI improve prediction of purchases. *Neural Systems and Rehabilitation Engineering*. 2008;16:539–48.
- Guitart-Masip M, Huys QJM, Fuentemilla L, Dayan P, Duzel E, Dolan RJ. Go and no-go learning in reward and punishment: Interactions between affect and effect. *NeuroImage*. 2012;62:154–66.
- Gupta R, Kosciak TR, Bechara A, Tranel D. The amygdala and decision-making. *Neuropsychologia*. 2011;49:760–6.
- Gutnik LA, Hakimzada AF, Yoskowitz NA, Patel VL. The role of emotion in decision-making: a cognitive neuroeconomic approach towards understanding sexual risk behavior. *Journal of Biomedical Informatics*. 2006;39(6):720–36.
- Guyton AC, Hall JE. *Tratado de Fisiología Médica*. 11a ed. São Paulo: Elsevier; 2006.
- Haley K, Fessler DT. Nobody's watching? subtle cues affect generosity in an anonymous economic game. *Evolution and Human Behavior*. 2005;26(3):245–56.
- Harris LT, Fiske ST. Dehumanizing the lowest of the low neuroimaging responses to extreme out-groups. *Psychology Science*. 2006;17(10).
- Hasler G. Can the neuroeconomics revolution revolutionize psychiatry? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2012;36:64–78.
- Hayhoe M, Ballard D. Eye movements in natural behavior. *Trends in Cognitive Sciences*. 2005;9:4.
- Henderson JM, Hollingworth A. Eye movements during scene viewing: An overview. In: Underwood G.

- (Ed.). *Eye Guidance in Reading and Scene Perception*. Oxford, UK: Elsevier; 1998. 269 p.
- Hess EH, Polt JM. Pupil size in relation to mental activity during simple problem solving. *Science*. 1964;143:1190-2.
- Hinson JM, Jameson TL, Whitney P. Somatic markers, working memory, and decision making. *Cognitive Behavioural and Affective Neuroscience*. 2002;2(4):341-53.
- Holmqvist K, Nyström M, Andersson R, Dewhurst R, Jarodzka H, Van de Weijer J. *Eye tracking: a comprehensive guide to methods and measures*. Oxford, UK: Oxford University Press; 2011.
- Huettel SA. Ten Challenges for Decision Neuroscience. *Frontiers in Neuroscience*. 2010;4:171-80.
- Hutton SB. Cognitive control of saccadic eye movements. *Brain and Cognition*. 2008;68:327-40.
- Iaria G, Committeri G, Pastorelli C, Pizzamiglio L, Watkins KE, Carota A. Neural activity of the anterior insula in emotional processing depends on the individuals' emotional susceptibility. *Human Brain Mapping*. 2008. 29:363-73.
- Iyengar R, Jedidi K, Kohli R. A conjoint approach to multipart pricing. *Journal of Marketing Research*. 2008;45(2):195-210.
- Jackson D, Malmstadt J, Larson C, Davidson R. Suppression and enhancement of emotional responses to unpleasant pictures. *Psychophysiology*. 2000;37(4):515-22.
- Janiszewski C. The influence of display characteristics on visual exploratory search behavior. *Journal of Consumer Research*. 1998;25:290-301.
- Johnson EJ, Schkade DA. Bias in utility assessments: further evidence and explanations. *Management Science*. 1989;35:406-24.
- Johnson MR, Adler LE. Transient impairment in P50 auditory sensory gating induced by a cold-pressor test. *Biological Psychiatry*. 1993;33:380-7.
- Kable JW, Glimcher PW. The neurobiology of decision: consensus and controversy. *Neuron*. 2009;63:733-45.
- Kahneman D. Maps of bounded rationality: Psychology for behavioral economics. *American Economic Review*. 2003;93:1449-75.
- Kahneman D, Tversky A. Prospect theory: an analysis of decision under risk. *Econometrica*. 1979;47:263-91.
- \_\_\_\_\_. Choices, values, and frames. *American Psychologist*. 1984;39:341-50.
- Kahneman D, Fredrickson DL, Schreiber CA, Redelmeier DA. When more pain is preferred to less: Adding a better end. *Psychological Science*. 1993;4:401-5.
- Kahneman D, Knetsch J. Anchoring or Shallow Inferences: The Effect of Format. Unpublished

manuscript, Berkeley, CA: University of California; 1993.

Kahneman D, Slovic P, Tversky A, editors. Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. New York, NY: Cambridge University Press; 1982.

Kahneman D, Tursky B, Shapiro D, Crider A. Pupillary, heart rate, and skin resistance changes during a mental task. *Journal of Experimental Psychology*. 1969;79:164-7.

Kallai I, Barke A, Voss U. The effects of experimenter characteristics on pain reports in women and men. *Pain*. 2004;112:142-7.

Kanfer FH, Goldfoot DA. Self-control and tolerance of noxious stimulation. *Psychological Reports*. 1966;18:79-85.

Kang Y, Williams L, Clark M, Gray J, Bargh JA. Physical temperature effects on trust behavior: the role of insula. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. 2010;6:507-15.

Ke GY, Bookbinder JH. The optimal quantity discount that a supplier should offer. *Journal of the Operational Research Society*. 2012;63:354-67.

Kenntner-Mabiala R, Andreatta M, Wieser M, Muhlberger A, Pauli P. Distinct effects of attention and affect on pain perception and somatosensory potentials. *Biological Psychology*. 2008;78:114-22.

Kensinger EA. Remembering emotional experiences: the contribution of valence and arousal. *Reviews of Neuroscience*. 2004;15(4):241-51.

Kensinger EA, Corkin S. Two routes to emotional memory: Distinct neural processes for valence and arousal. *PNAS*. 2004;101(9):3310-15.

Kim BE, Seligman D, Kable JW. Preference reversals in decision making under risk are accompanied by changes in attention to different attributes. *Front. Neurosci.* 2012;6:109-10.

Kirman A, Livet P, Tesch M. Rationality and emotions *Philosophical Transactions of the Royal Society. Biological Sciences*. 2010;365:215-9.

Knutson B, Rick S, Werninger GE, Prelec, D.; Loewenstein, G. Neural predictors of purchases. *Neuron*. 2007;53:147-56.

Koch, C. BrainScience Podcast. Disponível em: <<http://brainsciencypodcast.wordpress.com/2007/10/05/brain-science-podcast-22-christof-koch-discusses-consciousness>>. Acesso em: 12 fev. 2012.

Koehler DJ, James G. Probability matching and strategy availability. *Memory & Cognition*. 2010;38:667-76.

Krajbich I, Armel C, Rangel A. Visual fixations and the computation and comparison of value in simple choice. *Nature Neuroscience*. 2010;13:1292-98.

- Kramer AF. Physiological metrics of mental workload: A review of recent progress. In: Damos DL, editor. *Multiple-task Performance*. New York, NY: Taylor & Francis; 1991. 279 p.
- Kross E, Berman M, Mischel W, Smith E, Wager T. Social rejection shares somatosensory representations with physical pain. *PNAS*. 2011;108(15):6270-5.
- Kuhnen CM, Knutson B. The neural basis of financial risk taking. *Neuron*. 2005;47(5):763–70.
- Kuo FY, Hsu CW, Day RF. An exploratory study of cognitive effort involved in decision under framing an application of the eye-tracking technology. *Decision Support Systems*. 2009;48(1):81-91.
- Kut E, Candia V, van Overbeck J, Pok J, Fink D, Folkers G. Pleasure-related Analgesia Activates Opioid-Insensitive Circuits. *Journal of Neuroscience*. 2011;31(11):4148–53.
- Lacey JI. Psychophysiological approaches to the evaluation of psychotherapeutic process and outcome. In: Rubinstein EA, Perloff MB, editors. *Research in psychotherapy*. Washington, DC: National Publishing; 1958. 342 p.
- Lal R, Rao R. Supermarket Competition: the case of every day low pricing. *Marketing Science*. 1997;16(1):60.
- Lamm C, Singer T. The role of anterior insular cortex in social emotions. *Brain Structure and Function*. 2010;214:579–91.
- Lapate RC, Lee H, Salomons TV, Vanreecum CM, Greischar LL, Davidson RJ. Amygdalar function reflects common individual differences in emotion and pain regulation success. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2012;24:148–58.
- Leary MR, Springer C. Hurt feelings: The neglected emotion. In: Kowalski RM, editor. *Behaving badly: Aversive behaviors in interpersonal relationships*. Washington, DC: American Psychological Association. 2001. 151–75 p.
- Lebiere C, Gonzalez C, Martin M. Instance-based decision making model of repeated binary choice. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Cognitive Modeling*. Michigan, US: Annual Arbor. 2007.
- LeDoux JE. Emotion circuits in the brain. *Annual Review of Neuroscience*. 2000;23:155–84.
- Lee H, Heller AS, van Reekum CM, Nelson B, Davidson RJ. Amygdala-prefrontal coupling underlies individual differences in emotion regulation. *NeuroImage*. 2012;62:1575-81.
- Leekam SR, Hunnisett E, Moore C. Targets and cues: gaze-following in children with autism. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 1998;39:951–62.
- Leigh R J, Zee DS. *The Neurology of eye movements*. Philadelphia, PL: Davis Co.; 1983.
- Leknes S, Tracey, I. A common neurobiology for pain and pleasure. *Nature Reviews in Neuroscience*. 2008;9:314–20.

- Lerner JS, Keltner D. Beyond valence: toward a model of emotion-specific influences on judgement and choice. *Cognitive Emotion*. 2000;14(4):473–93.
- Levine FM, De Simone LL. The effects of experimenter gender on pain report in male and female subjects. *Pain*. 1991;44:69–72.
- Levy DJ, Glimcher PW. The root of all value: A neural common currency for choice. *Current Opinion in Neurobiology*. 2012;22(6):1027–38.
- Levy I, Lazzaro SC, Rutledge RB, Glimcher PW. Choice from non-choice: Predicting consumer preferences from blood oxygenation level- dependent signals obtained during passive viewing. *Journal of Neuroscience*. 2011;31(1):118–25.
- Lieberman MD. Social cognitive neuroscience: A review of core processes. *Annual Review of Psychology*. 2007;8:259-89.
- Lim SL, O’Doherty JP, Rangel A. The decision value computations in the vmPFC and striatum use a relative value code that is guided by visual attention. *Journal of Neuroscience*. 2011;31:13214-23.
- Litvak P, Lerner JS, Tiedens LZ, Shonk K. Fuel in the fire: How anger impacts judgment and decision making. In: Potegal M, Stemmler G, Lerner JS, editors. *International Handbook of Anger*. New York, NY: Springer; 2010. 287-311 p.
- Livet P. Rational choice, neuroeconomy and mixed emotions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 2010;365:259-69.
- Loewenstein, GF. Emotions in economic theory and economic behaviour. *American Economy Review*. 2000;90:426–32.
- Loewenstein, GF, Weber EU, Hsee CK, Welch N. Risk as feelings. *Psychological Bulletin*. 2001;127(2):267-86.
- Lohse GL. Consumer eye movement patterns on yellow page advertising. *Journal of Advertising*. 1997;26:61–73.
- Lyonfields JD, Borkovec TD, Thayer JF. Vagal tone in generalized anxiety disorder and the effects of aversive imagery and worrisome thinking. *Behavioral Theory*. 1995;26:457–66.
- MacDonald G, Leary MR. Why does social exclusion hurt? The relationship between social and physical pain. *Psychological Bulletin*. 2005;131:202–23.
- MacLean PD. Cerebral evolution of emotion. In: Lewis, M.; Haviland JM, editor. *Handbook of emotions*. New York, NY: Guilford Press; 1993. 67 p.
- Madan V, Suri R. Quality perception and monetary sacrifice: A comparative analysis of discount and fixed prices. *The Journal of Product and Brand Management*. 2001;10(3):170.
- Maia TV, McClelland JL. A reexamination of the evidence for the somatic marker hypothesis: What

participants really know in the Iowa gambling task. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2004;101:16075–80.

Malhotra NK, Birks D, Wills P. *Marketing Research: An Applied Orientation*. 5<sup>th</sup> ed. New York, NY: Pearson Education; 2008.

Malloy-Diniz LF, Mattos P, Borges WL, Abreu N, Coutinho G de P, Tavares H et al. Tradução e adaptação cultural da Barratt Impulsiveness Scale (BIS-11) para aplicação em adultos brasileiros. *Jornal Brasileiro de Psiquiatria*. 2010;59(2):99-105.

Martin JH. *Neuroanatomy Text and Atlas*. 2nd ed. New York, NY: MacGraw-Hill; 1996.

Masten C, Morelli SA, Eisenberger NI. An fMRI investigation of empathy for ‘social pain’ and subsequent prosocial behavior. *NeuroImage*. 2011;55:381–8.

Masten CL, Telzer EH, Fuligni AJ, Lieberman MD, Eisenberger NI. Time spent with friends in adolescence relates to less neural sensitivity to later peer rejection. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. 2010;7(1):106-14.

Mazar N, Ariely D. Probabilistic discounts: when Retailing and Las Vegas meet. In: Lee AY, Soman D, Duluth MN, editors. *Advances in Consumer Research*. Association for Consumer Research; 2008. 185-8 p.

McCaul KD, Haugvedt C. Attention, distraction and cold-pressor pain. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1982;43:154-62.

McGrath PA. Psychological aspects of pain perception. *Archives of Oral Biology*. 1994;39:S55–S62.

Medvec VH, Madey SF, Gilovich T. When less is more: counterfactual thinking and satisfaction among Olympic medalists. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1995;69:603–10.

Mela CF, Gupta S, Lehmann DR. The long-term Impact of promotion and advertising on consumer brand choice. *Journal of Marketing Research*. 1997;34:248-56.

Merskey H, Bogduk N, editors. *IASP Task force on taxonomy: classification of chronic pain: description of chronic pain syndromes and definition of pain terms*. Seattle, US: IASP Press; 1994.

Millan MJ. Descending control of pain. *Progress in Neurobiology*. 2002;66:355–474.

Miller EK, Cohen JD. An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review in Neuroscience*. 2001;24:167–202.

Milosavljevic M, Cerf M. First attention then intention: Insights from computational neuroscience of vision. *International Journal of Advertising*. 2008;27:381–98.

Mitchell DG. The nexus between decision making and emotion regulation: A review of convergent neurocognitive substrates. *Behavioural Brain Research*. 2011;217:215–31.

- Mitchell LA, MacDonald RA, Brodie EE. Temperature and the Cold Pressor Test. *The Journal of Pain*. 2004;5(4):233-8.
- Monroe A, Petrosius SM. Buyers' Perceptions of Price: An Update of the Evidence. In: Kassarian, HH, Robertson TS, editors. *Perspectives in Consumer Behavior*. Glenview, IL: Scott, Foresman and Company; 1981. 43 p.
- Morris JS, Frith CD, Perrett DI, Rowland D, Young AW. A differential neural response in the human amygdala to fearful and happy facial expressions. *Nature*. 1996;383:812-5.
- Nagle T, Hogan J. *The strategy and tactics of pricing*. 5th ed. New Jersey, NJ: Prentice-Hall, Englewood Cliffs; 1994.
- Naqvi N, Bechara A. Psychophysiological approaches to the study of decision-making. In: Senior C, Russell T, Gazzaniga M, editors. *Methods in mind: The study of human cognition*. Cambridge, MA: MIT Press; 2006. 103-22 p.
- Naqvi N, Shiv B, Bechara A. The role of emotion in decision making: a cognitive neuroscience perspective. *Current Directions in Psychological Science*. 2006;15:260.
- Nesse R. Emotional disorders in evolutionary perspective. *British Journal of Medical Psychology*. 1998;71:397-415.
- Nicholson N, Soane E, Fenton-O'Creevy M, Willman P. Personality and domain-specific risk taking. *Journal of Risk Research*. 2005;8:157-76.
- Ochsner KN, Zaki J, Hanelin J, Ludlow DH, Knierim K, Ramachandran T. Your pain or mine? Common and distinct neural systems supporting the perception of pain in self and others. *SCAN*. 2008;3:144-60.
- Ochsner KN. Social Cognitive Neuroscience: historical development, core principles, and future promise. In: Ochsner K, editor. *Social Psychology: Handbook of basic principles*. New York, NY: Guilford Press; 2007. 39-66 p.
- Ortmeyer G, Quelch SJ, Salmon AW. Restoring credibility to retail pricing. *Sloan Management Review*. 1991;2:55-66.
- Padoa-Schioppa C, Assad JA. Neurons in the orbitofrontal cortex encode economic value. *Nature*. 2006;441:223-6.
- Paine P, Kishor J, Worthen S, Gregory L, Aziz Q. Exploring relationships for visceral and somatic pain with autonomic control and personality. *Pain*. 2009;144(3):236-44.
- Partala T. Pupil size variation as an indication of affective processing. *International Journal of Human-Computer Studies*. 2003;59(1-2):185-98.
- Patton JH, Stanford MS, Barratt ES. Factor structure of the Barratt impulsiveness scale. *Journal of Clinical Psychology*. 1995;51:768-74.



- Paulsen DJ, Carter RM, Platt ML, Huettel SA, Brannon EM. Neurocognitive development of risk aversion from early childhood to adulthood. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2011;5:178.
- Paulus MP, Hozack N, Zauscher B, McDowell JE. Prefrontal, parietal, and temporal cortex networks underlie decision-making in the presence of uncertainty. *Neuroimage*. 2001;13:91–100.
- Pauwels K, Dominique M, Hanssens A, Siddarth S. The Long-term effects of price promotions on category incidence, brand choice, and purchase quantity. *Journal of Marketing Research*. 2002;39:421–39.
- Payne J, Wood A. Individual decision making and Group Decision processes. *Journal of Psychology and Financial Markets*. 2002;3:issue 2.
- Payne JW, Venkatraman V. Opening the black box. In Schulte-Mecklenbeck M, Kühberger A, Ranyard R, editors. *A Handbook of Process Tracing Methods for Decision Making*. New York, NY: Taylor & Francis; 2011. 223–49 p.
- Payne JW. Task complexity and contingent processing in decision making: An information search and protocol analysis. *Organizational Behavior and Human Performance*. 1976;16:366–87.
- Payne JW, Bettman JR, Johnson EJ. Behavioral decision research: a constructive processing perspective. *Annual Reviews in Psychology*. 1992;43:87–131.
- Peciña S, Smith KS, Berridge KC. Hedonic hot spots in the brain. *Neuroscientist*. 2006;12:500–11.
- Pelphrey KA, Morris J.P, McCarthy G. Neural basis of eye gaze processing deficits in autism. *Brain*. 2005;128:1038–48.
- Pessoa L. On the relationship between emotion and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*. 2008;9:148–158.
- Pessoa L, Adolphs R. Emotion processing: from a ‘low road’ to ‘many roads’ of evaluating biological significance. *Nature Reviews in Neuroscience*. 2010;11:773–83.
- Pieters R, Warlop L. Visual attention during brand choice: The impact of time pressure and task motivation. *International Journal of Research in Marketing*. 1999;16:1-16.
- Plassmann H, O’Doherty J, Rangel A. Orbitofrontal cortex encodes willingness to pay in everyday economic transactions. *Journal of Neuroscience*. 2007;27:9984–8.
- Platt ML, Huettel SA. Risky business: the neuroeconomics of decision making under uncertainty. *Nature Neuroscience*. 2008;11:398–403.
- Platt ML, Glimcher PW. Responses of intraparietal neurons to saccadic targets and visual distractors. *Journal of Neurophysiology*. 1997;78(3):1574–89.
- Ploghaus A, Becerra L, Borras C, Borsook D. Neural circuitry underlying pain modulation: expectation, hypnosis, placebo. *TICS*. 2003;7:197–200.

- Pool GJ, Schwegler AF, Theodore BR, Fuchs PN. Role of gender norms and group identification on hypothetical and experimental pain tolerance. *Pain*. 2007;129:122–9.
- Purves D, Brannon EM, Cabeza R, Huettel SA, LaBar KS, Platt ML, et al. *Principles of Cognitive Neuroscience*. Sunderland, MA: Sinauer Associates Inc; 2008.
- Quartz SR. Reason, emotion and decision-making: risk and reward computation with feeling. *Trends in Cognitive Sciences*. 2009;13(5).
- Rahim-Williams B, Riley JL, Williams AKK, Fillingim RB. A quantitative Review of Ethnic Group Differences in Experimental Pain Response: Do Biology, Psychology, and Culture Matter? *Pain Medicine*. 2012;13:522–40.
- Raine A, Venables PH. Evoked potential augmenting- reducing in psychopaths and criminals with impaired smooth-pursuit eye movements. *Psychiatry Research*. 1990;31:85–98.
- Rainville P. Brain mechanisms of pain affect and pain modulation. *Current Opinion in Neurobiology*. 2002;12:195–204.
- Ramchandran RS, Manoach DS, Cherkasova MV, Lindgren KA, Goff, DC, Barton JJS. The relationship of saccadic peak velocity to latency: Evidence for a new prosaccadic abnormality in schizophrenia. *Experimental Brain Research*. 2004. 159:99–107.
- Randich A, Maixner W. Interactions between cardiovascular and pain regulatory systems. *Neuroscience Biobehavior Reviews*. 1984;8:343–67.
- Rangel A, Camerer C, Montague P. A framework for studying the neurobiology of value-based decision making. *Nature Reviews Neuroscience*. 2008;9:545-56.
- Rayner K, Rotello KM, Stewart AJ, Keir J, Duffy SA. Integrating Text and Pictorial Information: Eye Movements When Looking at Print Advertisements. *Journal of Experimental Psychology Applied*. 2001;7(1):219–26.
- Rhudy JL, Bartley EJ, Williams AE. Habituation, sensitization, and emotional valence modulation of pain responses. *Pain*. 2010;148:320-7.
- Rizzolatti G, Riggio L, Sheliga BM. Space and Selective Attention. In: Umiltà C, Moscovitch M, editors. *Attention and Performance*. Cambridge, MA: MIT Press; 1994. 231 p.
- Robinson ME, Gagnon CM, Riley JL, Price DD. Altering gender role expectations: effects on pain tolerance, pain threshold, and pain ratings. *Journal of Pain*. 2003, 4:284–8.
- Russo JE. Eye Fixations Can Save the World: A Critical Evaluation and a Comparison between Eye fixations and Other Information Processing Methodologies. In: Hunt HK. *Advances in consumer research*. Ann Arbor, MI: Association for Consumer Research; 1978. 561–70 p.
- Russo JE, Leclerc F. An Eye-Fixation analysis of choice processes for consumer nondurables. *Journal of Consumer Research*. 1994;21:274–90.

Rustichini A. Neuroeconomics: formal models of decision making and cognitive neuroscience. In: Glimcher PW, editor. Neuroeconomics: Decision-making and the brain. London, UK: Elsevier. 2009, p.33-45.

Rydell RJ, McConnell AR. Understanding implicit and explicit attitude change: A systems of reasoning analysis. *Journal of Personality and Social Psychology*. 2006;91:995-1008.

Sanfey A, Rilling J, Aronson J, Nystrom L, Cohen J. The neural basis of economic decision-making in the ultimatum game. *Science*. 2003; 300 p.

Sarah J, Banks K, Eddy T, Angstadt M, Pradeep J, Nathan L, Phan K. Amygdala–frontal connectivity during emotion regulation. *SCAN*. 2007;2:303–12.

Schulte-Mecklenbeck M, Kühberger A, Ranyard R. The role of process data in the development and testing of process models of judgment and decision making. *Judgment and Decision Making*. 2011;6:733–9.

Schultz W, Dickinson A. Neuronal coding of prediction errors. *Annual Review in Neuroscience*. 2000;23:473–500.

Schwarz N, Strack F, Mai HP. Assimilation and contrast effects in part-whole question sequences: A conversational logic analysis. *Public Opinion Quarterly*. 1991;55:13–23.

Seymour B. The maladaptive brain: excitable pathways to chronic pain. *Brain*. 2012;135:313–19.

Seymour B, Daw N, Dayan P, Singer T, Dolan R. Differential encoding of losses and gains in the human striatum. *Journal of Neuroscience*. 2007;27:26-31.

Seymour B, Dolan R. Emotion, decision making, and the amygdala. *Neuron*. 2008;58:62–71.

Seymour B, Yoshida W, Dolan R. Altruistic learning. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2009;3:23.

Shackman AJ, Salomons TV, Slagter HA, Fox AS, Winter JJ, Davidson RJ. The integration of negative affect, pain and cognitive control in the cingulate cortex. *Nature Reviews Neuroscience*. 2011;12(3):154–67.

Shy ME, Frohman EM, So YT, Arezzo JC, Cornblath DR, Giuliani MJ, Kincaid JC, Ochoa JL, Parry GJ, Weimer LH. Quantitative sensory testing. Report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. 2003;60.

Sigmund K, Fehr E, Nowak MA. The economics of fair play. *Scientific American*. 2004;24.

Silk JB, Alberts SC, Altmann J. Social bonds of female baboons enhance infant survival. *Science*. 2003;302:1231–4.

Singer T, Critchley HD, Preuschoff K. A common role of insula in feelings, empathy and uncertainty. *Trends in Cognitive Science*. 2009;13:334–40.

- Singer T, Seymour B, O'Doherty J, Kaube H, Dolan RJ, Frith CD. Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*. 2004;303:1157–62.
- Slavich GM, Way BM, Eisenberger NI, Taylor SE. Neural sensitivity to social rejection is associated with inflammatory responses to social stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2010;107(33):14817-22.
- Smeesters D, Wheeler SC, Kay AC. The role of interpersonal perceptions in the prime-to-behavior pathway. *Journal of Personality and Social Psychology*. 2009;96:395–414.
- Smith DV, Hayden BY, Truong TK, Song AW, Platt ML, Huettel SA. Distinct value signals in anterior and posterior ventromedial prefrontal cortex. *Journal of Neuroscience*. 2010;30:2490–5.
- Snidero S, Zobec F, Berchiolla P, Corradetti R, Gregori D. Question order and interviewer effects in CATI Scale-up Survey. *Surveys Sociological Methods & Research*. 2009;38:287-305.
- Solomon MR. *Consumer Behavior*. 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, Inc.; 1999.
- Stanton SJ, Mullette-Gillman AM, McLaurin RE, Kuhn CM, LaBar KS, Platt ML, et al. Low-and high-testosterone individual exhibit decreased aversion to economic risk. *Psychological Science*. 2011;22:447–53.
- Studer B, Clark L. Place your bets: psychophysiological correlates of decision-making under risk. *Cognitive, affective & behavioral neuroscience*. 2011;11(2):144-58.
- Su Y, Rao LL, Li X, Wang Y, Li S. From quality to quantity: The role of common features in consumer preference. *Journal of Economic Psychology*. 2012;33:1043–58.
- Sullivan MJL, Bishop SR, Pivik J. The pain catastrophizing scale: development and validation. *Psychology Assess*. 1995;7:524-32.
- Taleb NN. *The Black Swan: The impact of the highly improbable*. New York, NY: Random House; 2007.
- Tellis GJ. Beyond the many faces of price: an integration of pricing strategies. *Journal of Marketing*. 1986;50(4):146-60.
- Tellis GJ, Zufryden FS. Trackling the retailer decision maze: which brands to discount, how much, when and why? *Marketing Science*. 1995;14(3):271-99.
- Terburg D, Hooiveld N, Aarts H, Kenemans JL, van Honk J. Eye tracking unconscious face-to-face confrontations: Dominance motives prolong gaze to masked angry faces. *Psychological Science*. 2011;22:314–19.
- Thaler RH. Anomalies: The Ultimatum Game. *The Journal of Economic Perspectives*. 1988;2(4):195-206.
- Theodore D, Satterthwaite A, Green L, Myerson JB, Parker BJ, Ramaratnam MC, Buckner RL. Dissociable but inter-related systems of cognitive control and reward during decision making: Evidence from pupillometry and event-related fMRI. *NeuroImage*. 2007;37:1017–31.

- Tom SM, Fox CR, Trepel C, Poldrack RA. The neural basis of loss aversion in decision-making under risk. *Science*. 2007;315:515–8.
- Tomlin D, Kayali MA, King-Casas B, Anen C, Camerer CF, Quartz SR, Montague PR. Agent-specific responses in the cingulate cortex during economic exchanges. *Science*. 2006;312:1047-50.
- Tranel D, Damasio H. Intact electrodermal skin conductance responses after bilateral amygdala damage. *Neuropsychologia*. 1989;27:381–90.
- Tusche A, Bode S, Haynes JD. Neural responses to unattended products predict later consumer choices. *Journal of Neuroscience*. 2010;30:8024-31.
- Tversky A, Kahneman D. The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*. 1981;211:453–8.
- van Beest I, Williams KD. When inclusion costs and ostracism pays, ostracism still hurts. *Journal of Personality and Social Psychology*. 2006;91(5):918-28.
- van Zoest W, Donk M, Theeuwes J. The role of stimulus-driven and goal-driven control in saccadic visual selection. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 2004;30(4):746–59.
- Vasconcelos T, Gouveia V, Pimentel C, Pessoa V. Condutas desviantes e traços de personalidade: testagem de um modelo causal. *Estatuto de Psicologia I*. 2008;25(1):55-65.
- Venkatraman V, Clithero JA, Fitzsimons JG, Huettel SA. New scanner data for brand marketers: How neuroscience can help better understand differences in brand preferences. *Journal of Consumer Psychology*. 2012;22:143–53.
- Venkatraman V, Huettel SA, Chuah LYM, Payne JW, Chee MWL. Sleep deprivation biases the neural mechanisms underlying economic preferences. *The Journal of Neuroscience*. 2011;31(10):3712–8.
- von Neumann J, Morgenstern O. *Theory of games and economic behavior*. 1st ed. Princeton, NJ: Princeton University Press; 1944.
- Vuilleumier P, Armony JL, Driver J, Dolan RJ. Effects of attention and emotion on face processing in the human brain An event-related fMRI study. *Neuron*. 2001;30:829–41.
- Vulkan N. An economist's perspective on probability matching. *Journal of economic surveys*. 2000;14(1):101.
- Wang JT. Pupil Dilation and Eye-Tracking. In: Schulte-Mecklenbeck M, Kuhberger A, Ranyard R, editors. *A Handbook of Process Tracing Methods for Decision Research: A Critical Review and User's Guide*, New York, NY: Psychology Press; 2010.
- Weber EU, Johnson EJ. Decisions under uncertainty: psychological, economic, and neuroeconomic explanations of risk preference. In: Glimcher PW, editor. *Neuroeconomics: Decision-making and the brain*. London, UK: Elsevier; 2009. 127-42 p.

- Yoshida W, Seymour B, Koltzenburg M, Dolan R.J. Uncertainty increases pain: evidence for a novel mechanism of pain modulation involving the periaqueductal gray. *The Journal of Neuroscience*. 2013;33(13):5638–46.
- \_\_\_\_\_. Mindful judgment and decision making. *Annual review of psychology*. 2009;60:53-85.
- Wedel M, Pieters R. A Review of Eye-Tracking Research in Marketing. In: Malhotra NK, editor. *Review of Marketing Research*. New York, NY: Emerald Group Publishing Limited; 2008. 123-47 p.
- Wicker B, Keysers C, Plailly J, Royet JP, Gallese V, Rizzolatti G. Both of us disgusted in my insula: the common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron*. 2003;40:655–4.
- Wiech K, Ploner M, Tracey I. Neurocognitive aspects of pain perception. *Trends in Cognitive Sciences*. 2008;12(8):306-13.
- Wiech K, Tracey I. The influence of negative emotions on pain: behavioral effects and neural mechanisms. *Neuroimage*. 2009;47:987–94.
- Williams KD, Cheung CK, Choi W. Cyberostracism: effects of being ignored over the Internet. *Journal of Personality and Social Psychology*. 2000;79:748.
- Williams MA, McGlone F, Abbott DF, Mattingley JB. Differential amygdala responses to happy and fearful facial expressions depend on selective attention. *NeuroImage*. 2005;24:417–25.
- Wunderlich K, Rangel A, O'Doherty JP. Economic choices can be made using only stimulus values. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2010;107:15005–10.
- Yechiam E, Telpaz A. To take risk is to face loss: a tonic pupillometry study. *Frontiers in Psychology*. 2011;2:344-63.
- Yu R, Mobbs D, Seymour B, Calder AJ. Insula and striatum mediate the default bias. *The Journal of Neuroscience*. 2010;30:147-52.
- Zadro L, Williams KD, Richardson R. How low can you go? Ostracism by a computer is sufficient to lower self-reported levels of belonging, control, self-esteem, and meaningful existence. *Journal of Experimental Social Psychology*. 2004;40:560–7.
- Zak P, Kurzban R, Matzner W. Oxytocin is associated with human trustworthiness. *Hormones and Behavior*. 2005;48:522–7.
- Zhang J, Wedel M, Pieters R. Sales effects of attention to feature advertisements: a Bayesian mediation analysis. *Journal of Marketing Research*. 2009;46(5):669–81.
- Zhang W, Luo J. The transferable placebo effect from pain to emotion: changes in behavior and EEG activity. *Psychophysiology*. 2009;46:626–34.
- Zuckerman M, Eysenck SB, Eysenck HJ. Sensation seeking in England and America: Cross-cultural, age, and sex comparisons. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*. 1978;46:139–49.

