

# Fatores Neurobiológicos da Tomada de Decisão

Lucas Job - Fisioterapeuta

A tomada de decisão resulta dos valores e das representações que existem acerca dos fenômenos em que nós estamos envolvidos as decisões resultam de fenômenos neurais complexos dependentes de dois grandes fatores (Feedback X Feedforward) (1).

Então vamos imaginar uma criança com 10 meses, ela está começando a ficar em pé com apoio, elevando o corpo do chão e ficando em pé, esse ato é repetido diversas vezes no mesmo dia, em momentos a criança chega a subir e descer mais de 20 vezes no mesmo minuto e não cansa, (pergunto você faz vinte agachamentos em um minuto?).

Mas então não tem a ver com as rotas metabólicas de fortalecimento e fadiga muscular? Na verdade nesse momento NÃO! Não treinamos nessa fase os músculos e sim a facilitação de rotas neurais criando novos *engramas motores*<sup>1</sup> no cérebro.

Repetimos diversas vezes os mesmos comportamentos quando estamos aprendendo algo para que o processo de tomada de decisão esteja ligado à lógica, antecipando ou prevenindo comportamentos do meio que nos rodeia.

## Áreas do cérebro e casualidade

O Estudo de [den Ouden et al 2005](#), analisou as ativações corticais através de ressonância magnética, observando a ativação dinâmica nas intenções e tomadas de decisão no comportamento, no estudo é possível verificar uma interação entre “casualidade” e o comportamento motor. Com o uso da ressonância magnética foi possível verificar a interação entre o Córtex pré frontal medial, Sulco temporal superior e os lobos temporais bilateralmente.

Sendo o lobo temporal responsável pelo armazenamento de memória, reconhecimento de situações adversas e de perigo, assim como é uma área de processamento de informações por associação, devido a essas funções ele está relacionado também a compreensão da linguagem. Lesões nessa área deixam o indivíduo sem capacidade de avaliar situações básicas de perigo, em lesões mais extensas pode haver o retorno à fase oral do desenvolvimento.

Outra informação interessante que o artigo de [den Ouden et al 2005](#), nos traz é a atividade mais frequente do Pré-cuneos (área medial do temporal) associada ao Córtex Cingulado anterior, para tarefas que envolviam auto recompensa e processamento auto relacionado, quando os sujeitos do estudo eram levados a pensar em casualidade intencional.

## Teoria da Mente

Em uma série de artigos que falam sobre A Teoria da Mente, recomendo em especial o Trabalho de Revisão de [Jou e Sperb 1999](#), onde são apresentadas bases para compreender esse assunto mais profundamente. Mas em suma, os estudos propõem uma relação entre casualidade e tomada de decisões, as decisões que tomamos que por vezes parecem aleatórias são baseadas em memórias anteriores, se ainda não possuímos uma memória idêntica à da situação que estamos vivenciando iremos utilizar memórias similares para optar pela resposta mais próxima da ideal para tal situação.

Em poucas palavras a Teoria da Mente ou mentalização é: A capacidade de prever o comportamento de elementos de mesma espécie por meio de observações de suas ações intencionais.

Um exemplo prático aqui:

(clique nas imagens para visualiza-las online em formato gif)



Na Jogada que podemos ver por dois ângulos, Stephen Curry prevê o movimento de Kevin Durant antes que ele salte para completar a cesta.

O Estudo de Ciaramidaro et al 2007, explica o exemplo da seguinte forma: baseado na observação específica, um indivíduo poderia representar dois tipos de intenções prévias, nomeadas privadas ou sociais, as quais são diferentes na natureza do objeto final.

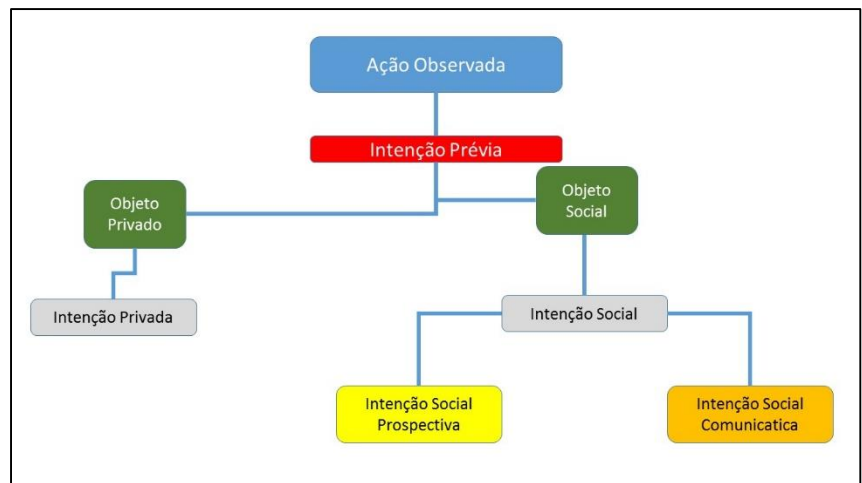
A intenção privada envolve uma representação de um objeto/comportamento de outra pessoa por meio da observação social isolada da ação em curso, por isso o jogador Stephen Curry pode pré determinar a ação do companheiro Kevin Durant e vice-versa, tal pelo contexto do jogo e da jogada também devido ao movimento de ambos em quadra no momento da jogada.

[Para visualização da jogada como um todo acesse o [link](#)]

A intenção social você pode ver na jogada completa onde os dois jogadores citados anteriormente, observam que a bola irá permanecer de posse de sua equipe e realizam um deslocamento a frente, prevendo que haveria chance de recompensa. Toda essa intensão social dá-se a partir da observação de mais de dois elementos ao mesmo tempo, sendo eles a defesa e o deslocamento do time adversário e obviamente a posição do objeto bola no espaço.

Esse conceito é importante para a tomada de decisão de movimentos e postura. É sabido que postura é intensão, postura é volátil. Podemos verificar que o córtex cingulado anterior e o córtex orbitofrontal controlam a conexão entre aquilo que sentimos e que o respondemos (como tomadas de decisão). Tais áreas cerebrais podem ser responsáveis por integrar as emoções viscerais no processo de tomada de decisão, ou seja, conectam os sentimentos gerados pelo cérebro primitivo, ou sistema líbico, com o pensamento consciente.

Então a tomada de decisão de apenas um elemento do grupo pode ser predita por todo o grupo assim como um elemento isolado poderia predeterminar a movimento de diversos elementos.



Aqui inserimos uma figura adaptada do artigo de Ciaramidaro et al 2007.

Neste breve artigo, que escrevo, não fizemos diferenciação entre a intenção social prospectiva ou

comunicativa, pois haveríamos de debater diversos outros intencional.

### O papel da dopamina no movimento

No trabalho de Ciaramidaro et al 2007 foi observado a interação do lobo pré-frontal medial, que é relacionada a planejamento de comportamentos, com o córtex cingulado anterior e córtex orbitofrontal, este dois últimos controlando a conexão entre o que sentimos e o que sabemos, tais áreas poderiam justificar a integração entre emoções e processos de tomada de decisão, ou seja conectam sentimentos gerados pelo cérebro primitivo ou sistema límbico com o pensamento consciente, e isso poderia justificar posturas e movimentos que são executados de formas diferentes pela mesma pessoa em diferentes situações de estresse.

Pelo meio do processo de repetição de uma ação, aumenta-se a eficiência das memórias prospectivas para tal ação ou ações similares, vale ressaltar que essas ações com a repetição tornam-se mais ou menos automáticas dependentes sempre do treinamento. (6)

Os achados de den Ouden 2005, onde há ativação do núcleo pré-cuneus, área essa envolvida com a autoconsciência em situações de casualidade intencional e memória prospectiva (feedbacks e feedforwards), então de acordo com os achados no estudo de [Saxe R e Kanwisher N. 2003](#), que avaliou a antecipação, preparação e execução de movimentos, onde ficou evidenciado a ativação da região do pré-cuneus durante a preparação/tomada de decisão do movimento.

Mas para decidir qual o caminho que idealizamos ser o melhor, nosso cérebro possui uma estratégia interessante, como abordados no livro de *Jonah Lehrer, How we Decide* de 2009 (facilmente encontrado na Amazon, em português encontra-se uma versão com o nome de *Momento Decisivo*). No Livro Jonah disserta sobre as conectividades entre os processos emocionais e racionais e como estes fatores influenciam no momento de decisão, qualquer decisão.

Optar por um movimento e uma rota de engrama ao passo de outra, é decidido através diversos processos, as áreas do Córtex Orbito Frontal e do Córtex Cingulado Anterior são altamente povoadas por neurônios dopaminérgicos.

Então agora, se você sabe o que dopamina faz em nosso cérebro, já deve ter percebido qual é o real fator que controla nossas rotas de movimento e postura. Os neurônios dopaminérgicos são estimulados mediante algum fator que gere prazer.

Quando há expectativa de alguma recompensa, já existe uma pré ativação dessas células, mas a dopamina é liberada apenas após a conclusão do ato em si, contrariamente se o objetivo final não for alcançado existe a frustração. As moléculas de dopamina auxiliam a decidir entre um sistema que poderá ocasionar em um resultado que deduzimos ser negativo ou positivo dependendo da resposta esperada para o fato.

A reeducação do movimento pode ser tão frustrante, pois confrontar um movimento que estávamos acostumados a fazer de uma forma “errada”, e se não alcançamos o objetivo final (execução correta) os neurônios dopaminérgicos excitados não recebem a recompensa e isso causa grande frustração, podendo estabelecer um padrão de erro falso em nosso sistema nervoso.

### Conceitos básicos para Neurofisioterapia

Devemos lembrar de outros conceitos primários para trabalhar com o sistema nervoso, Charles Sherrington juntamente com o neurocirurgião americano Harvey Cushing em 1932 receberam o prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina devido ao mapeamento do córtex de chimpanzés. Em estudos mais recentes que os de Sherrington e Cushing houve a confirmação de seus achados, que afirmavam: “Não são músculos individuais que estão representados no córtex motor primário, mas grupos musculares, responsáveis por padrões distintos de movimentos” (9).

O que nos põe em pé, é a luta contra a gravidade. [Sherrington e Sowton 1915](#) consideraram que o Tônus Muscular consistia num reflexo postural que a partir da

ação integrativa de processos excitatórios e inibitórios gerados por informações sensoriais modulavam uma resposta adaptativa com o propósito de manter a postura do organismo contra a gravidade.

### Recompensa e Memória Motora

Dito isso vamos retornar ao pensamento de recompensa após execução de uma ação ou postura. Para resguardar o cérebro, o sistema evoluiu para prevenirmos os erros mais comuns através de pré ativação dos neurônios dopaminérgicos anteriormente a uma ação já registrada na memória motora.

Essa pré ativação dos neurônios dopaminérgicos é registrada no núcleo cingulado anterior e no córtex orbitofrontal, isso ajuda a regular a relação entre o que sabemos e o que sentimos, ao mesmo tempo que o núcleo cingulado anterior está ligado ao tálamo ajudando na modulação do tônus, sensações e atenção consciente, ele também está ligado ao hipotálamo, que controla nossa resposta a funções corporais como frequência cardíaca, controle de órgãos e secreção de hormônios.

Isso pode por vezes alterar as respostas esperadas quando um erro inesperado ocorre, e esse sistema complexo que auxilia no enraizamento de engramas motores e lições a vida real.

Este é um aspecto essencial nos processos de tomada de decisão, visto que, se o indivíduo não conseguir incorporar lições de curto prazo em seus engramas os erros irão persistir.

**“Quanto mais vivências motoras maior a probabilidade de novas respostas e menor a chances de erros motores, menor a chance de lesão.”**

### A importância das Células Fusiformes

Uma característica muito importante do Núcleo Cingulado Anterior é a presença de células Fusiformes,

que são muito mais rápidas no processo de entrega de informações, assim asseguram que todo o córtex receba as informações sobre o sentimento, segundo Brüne et al 2011, os neurônios fusiformes (chamados de células de Von Economo) podem estar envolvidos no processamento de experiências subjetivas complexas, como culpa excessiva, autodepreciação e sentimento de rejeição social.

Um estudo de revisão de Craig 2009, relata as conexões entre a área do núcleo cingulado anterior com o córtex insular anterior, essas relações sugerem a integração entre o sistema límbico e capacidades físicas motoras.

Toda a vez que cometemos um erro ou encontramos algo novo, nossas células cerebrais estão atentas a adaptação neste novo contexto, sempre com o intuito de preservar o sistema e preparar para o sucesso em eventos futuros, seja uma caminhada em terreno acidentado sem que aconteça um tropeço ou um arremesso de uma bola de basquete em uma cesta.

Podemos dizer então que colocamos em uma balança a expectativa e a realidade do outro lado, a realidade sendo o sucesso salvamos o padrão a realidade sendo o erro também salvamos, porém o sucesso será recompensado no futuro com dopamina.

Por estes motivos que, como dissemos no início do texto, os bebês realizam diversos agachamentos durante um dia, não para ganhar força, mas para reforçar um padrão motor de sucesso. Dessa mesma forma quanto mais complexo for o treinamento, e mais perto da realidade (muito importante), melhores serão as possibilidades de sucesso.

A análise do custo benefício e a capacidade de escolha da resposta ocorre apenas após o processo de respostas automáticas reduzirem quase a zero sua gama de opções. As respostas automáticas podem não ser suficientes em alguns casos, e então será necessário o raciocínio lógico e/ou “intuitivo” e seleção final será baseada em vivências anteriores.

### Automatismo e treinamento

O conceito de automatismo ou hábito resulta do conhecimento, ou seja de imagens mentais que são criadas através de experiências a maioria consciente mas outras não, ambas ficaram retidas na memória e serão utilizadas para poder decidir e reagir rapidamente a situações. Isso irá economizar energia na tomada de decisão. Quando o corpo economiza energia nesse sentido, de tomadas de decisão, ocorre que a capacidade criativa aflora.

Este conceito de economia de energia e aumento da criatividade, justifica o treinamento e repetições de tarefas, progressivamente mais difíceis, para operacionalizar um determinado gesto, ação ou postura, e ao mesmo tempo abrir um leque de possibilidade criativas quando o sistema se depara com uma situação nova, inusitada e não treinada.

Por fim devemos compreender que um gesto mais “coordenado”, não passa simplesmente de um gesto mais automático, quanto maior for o automatismo do movimento mais simples será sua ativação, menos grupos musculares e menos força será necessária para executá-lo.

---

Contato através do site [www.projetoinfluir.com.br](http://www.projetoinfluir.com.br)  
ou email: [lucacjob@gmail.com](mailto:lucacjob@gmail.com)

I:Engrama Motor: uma via neuromuscular que, uma vez estimulada, se repete automaticamente.

---

## Referências

1. Damásio A., O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano. São Paulo: Companhia das Letras 1996
2. [den Ouden HE, Frith U, Frith C, Blakemore SJ., Thinking about intentions., Neuroimage. 2005 Dec;28\(4\):787-96. Epub 2005 Jun 17.](#)
3. [JOU, Graciela Inchausti de and SPERB, Tania Mara. Teoria da Mente: diferentes abordagens. Psicol. Reflex. Crit. \[online\]. 1999, vol.12, n.2 \[cited 2016-12-08\], pp.287-306.](#)
4. Ciaramidaro A, Adenzato M, Enrici I, Erk S, Pia L, Bara BG, Walter H., The intentional network: how the brain reads varieties of intentions., *Neuropsychologia*. 2007 Oct 1;45(13):3105-13. Epub 2007 Jun 8.
5. Pivetti M.F., Periodização Tática – O Futebol Arte Alicerçado em Critérios de Bruno, Editora phorte – 2012
6. [Gollwitzer PM, Schaal B., Metacognition in action: the importance of implementation intentions., Pers Soc Psychol Rev. 1998;2\(2\):124-36.](#)
7. [Saxe R, Kanwisher N., People thinking about thinking people. The role of the temporo-parietal junction in "theory of mind", Neuroimage. 2003 Aug;19\(4\):1835-42.](#)
8. Jonah Lehrer, How we Decide, New Work Times Bestseller, 2009
9. Purves, D. et al. (Eds). Upper motor neuron control of the brainstem and spinal cord. In: Neuroscience (393-416). 3rd ed. Sunderland: Sinauer. Pg 391-400.
10. [Sherrington C. S.,Sowton S. C. M., Observations on reflex responses to single break-shocks, The Journal of Physiology, Volume 49, Issue 5 July 5, 1915 Pages 331–348.](#)
11. [Martin Brüne, Andreas Schöbel, Ramona Karau, Pedro M. Faustmann, Rolf Dermietzel, Georg Juckel, and Elisabeth Petrasch-Parwez, Neuroanatomical Correlates of Suicide in Psychosis: The Possible Role of von Economo Neurons, PLoS One. 2011; 6\(6\): e20936. Published online 2011 Jun 22. doi: 10.1371/journal.pone.0020936](#)
12. [Craig A.D., How do you feel--now? The anterior insula and human awareness., Nat Rev Neurosci. 2009 Jan;10\(1\):59-70. doi: 10.1038/nrn2555.](#)