

Neuropsicologia

Sem

Neura

UMA INTRODUÇÃO À  
NEUROPSICOLOGIA PARA CURIOSOS

BRUNO SANTOS SOUZA  
CAMILA NOGUEIRA MARCHETTI



# NEUROPSICOLOGIA SEM NEURA

Uma Introdução à Neuropsicologia para Curiosos

Organizadores:

Bruno Santos Souza

Camila Nogueira Marchetti

>> VERSÃO RESUMIDA <<

Para consultar qual a versão atual e

demais informações acesse:

[www.neuropsicologia.com.br](http://www.neuropsicologia.com.br)

# Sobre os Autores

## Bruno Santos Souza



Apaixonado por ciências desde que se entende por gente. Até hoje uma "criança" curiosa, apesar de ter caminhado pela química e um meio mestrado em engenharia, foram as neurociências que arrebataram esse coração! Pós-Graduado em Neuropsicologia Interdisciplinar. É o maluco por trás da ideia desse projeto

## Camila Nogueira Marchetti



Diz a lenda que a primeira palavra que ela aprendeu a ler foi matemática. Apaixonada pelo ensino, com mais de 15 anos de sala de aula. Licenciada em Química e Pedagoga. Atualmente nadando em meio a seu mestrado em química focado ao ensino. É a pessoa que aguenta o maluco de cima e o ajuda a organizar as ideias.

# Avisos Legais

## IMPORTANTE

**Esse *E-book* é uma versão RESUMIDA sendo uma pequena amostra.**

**Os materiais completos, são disponibilizados EXCLUSIVAMENTE dentro da plataforma de membros. Aprofundamentos e demais interações serão possíveis através dos grupos fechados EXCLUSIVOS aos membros.**

Toda e qualquer informação aqui contida pode e deve ser replicada, distribuída e espalhada!

Acreditamos que conhecimento deve ser compartilhado e divulgado! Como educadores não poderíamos pensar diferente.

Pensamos que toda e qualquer contribuição, seja ela monetária ou não, deve ser espontânea e fazer com que aquele que contribua se sinta melhor depois do que antes.

Apenas pedimos que sejam mantidas as referências aqui usadas e que a presente “obra” seja creditada sendo esse o caso.

O projeto Neuropsicologia Sem Neura é um projeto on-line que permite aos seus usuários obterem informações e discutirem sobre temas relacionados à neuropsicologia. As informações contidas no projeto são **EXCLUSIVAMENTE INFORMATIVAS** e fornecidas em boa fé, embora tenha o máximo cuidado na disponibilização do material e considere confiável o seu conteúdo, se isenta de qualquer responsabilidade em relação a eventuais erros ou imprecisões dos conteúdos, ou ainda pela falta de atualização das informações.



# Índice

6		Prólogo
8		Prefácio
9		Introdução
10		Regras do Jogo
12		Desdizendo Bobagens
17		Um Pouquinho de História
24		Separando as Peças
30		Sistema Nervoso - (Disponível na Versão Completa)
55		Neuropsicologia , Cognição e Inteligência - (Disponível na Versão Completa)
65		Neuropsicologia, Atenção e Funções Executivas
78		Neuropsicologia e Memória(s) - (Disponível na Versão Completa)
92		Neuropsicologia e Aprendizado - (Disponível na Versão Completa)
106		Neuropsicologia e Linguagem - (Disponível na Versão Completa)
119		Neuropsicologia e Emoções - (Disponível na Versão Completa)
136		Considerações Finais
138		Glossário
142		Referências
144		Conclusão



# Prólogo

## Fala galera!

Em primeiro lugar vocês perceberão que a proposta desse material não é a de ser algo exaustivo, maçante e tampouco a de cobrir a enorme gama da neuropsicologia.

Pretendo aqui justamente o contrário! De uma forma leve e descontraída, sem aquele peso acadêmico, guiar o início da caminhada. Em suma, pretendo deixar aqui o que gostaria de ter encontrado alguns anos atrás quando iniciei minha própria caminhada. Escrevo para vocês da forma que escreveria para um “eu” do passado, aquele que mal fazia ideia por onde começar.

Tomando o cuidado, porém, de não prejudicar a correta compreensão, em especial de alguns conceitos e termos chaves para a construção de uma base sólida. Ajudando como puder no início dessa caminhada por um território, que apesar de já bastante explorado, mostra-se infindo a cada passo.

O ritmo será de um bate papo, portanto, fique à vontade para seguir da forma que preferir. Sem neuras nem encanações, percorra as páginas como bem quiser para a frente ou para trás.

O passeio é livre! Revisite os tópicos quantas vezes quiser ou precisar.

O projeto foi pensado como uma experiência ativa e dinâmica, para isso teremos nossa comunidade em grupos fechados do whatsapp/telegram e facebook. Poderemos, assim, escalar o conhecimento em conjunto.

**IMPORTANTE:** Esse material é constantemente atualizado, de acordo com a dinâmica entre os participantes, portanto, caso você tenha “pescado” esse E-Book no “marzão” da internet é muito provável que esteja desatualizado.

Para conferir qual a versão atual visite o site [www.neuropsicologia.com.br](http://www.neuropsicologia.com.br) e caso o que encontrar “tocar seu coração”, fica o convite para engrossar nossa comunidade participando ativamente das discussões e futuras atualizações. O acesso aos grupos e às atualizações desse material será vitalício e exclusivo aos participantes. Enquanto estivermos nesse mundão estaremos em contato.

Coloco-me aqui apenas como mais um curioso nessa caminhada, na qual somos todos iguais e buscamos os mesmos objetivos! Prefiro ser amigo antes de qualquer outro rótulo! Podem contar comigo, assim como espero contar com vocês!

Minha missão aqui é a de levar, mesmo que superficialmente, uma noção geral que sirva de ponto de partida para a construção de um conhecimento maior, eventualmente especializado. Esse primeiro momento, porém, servirá para a construção de uma base generalista que sustente uma caminhada futura.

Inicialmente, percorreremos um pouco da história buscando compreender como e quando as neurociências começaram a ganhar importância. Seguindo ainda a linha histórica, em muitos momentos “invocarei” tópicos que remontam a teoria da evolução. Tornando, assim, mais clara a compreensão acerca do nosso sistema nervoso, suas estruturas e funcionamento. Uma vez que essa abordagem nos permite analisar a forma como evoluímos e chegamos até aqui!

Tentarei ser o mais didático e breve. Em alguns momentos, porém, não haverá como fugir de alguns conceitos importantes, mas não se preocupe, a própria recorrência dos mesmos ajudará na fixação.

Lembrando, mais uma vez, que a meta ao final dessas páginas é a de demonstrar, em linhas gerais, a forma como nosso sistema nervoso atua nos bastidores do nosso comportamento. Não entraremos, porém, em tópicos avançados, os quais ficarão reservados para a continuidade desse projeto.

Espero que no decorrer dessas páginas você, amigo leitor, tenha o mesmo entusiasmo que eu tenho agora ao escrevê-las.

Por hora, deixo o convite de embarcar nessa aventura rumo ao “desbravamento” do que rola em nossa “caixola”.



# Prefácio

Inevitavelmente, devido a seu caráter interdisciplinar, a neuropsicologia cada vez mais esbarra nas mais diversas áreas do conhecimento. Portanto, o domínio, ao menos mínimo, das competências dessa disciplina faz-se indispensável para uma atuação coerente, atualizada e integrativa seja qual for a sua área principal de trabalho.

Nos dias atuais, aquele que atua em qualquer área onde exista alguma relação com outro ser humano necessita, ainda que de forma superficial, possuir algum domínio em relação à neuropsicologia, seja ele um educador físico ou um economista.

Com o fervente crescimento das neurociências, em seu amplo espectro, não dá mais para ficar de fora daquilo que sem dúvida é o expoente das ciências na atualidade. Muito se engana quem pensa que essa “explosão” se dá apenas no conjunto das ciências biológicas, muito pelo contrário, todas as áreas do conhecimento, desde a filosofia à física aplicada, passando pelas ciências sociais e históricas, bebem e alimentam esse grande poço de conhecimento que só se alarga. Bem-vindos às neurociências!

Educadores, terapeutas, comunicadores, gestores, vendedores e toda a infinidade daqueles que lidam com comportamento podem e devem buscar uma melhor compreensão das neurociências, seja como forma de suporte profissional, seja simplesmente como conhecimento e satisfação pessoal.

Sendo esse, portanto, o pano de fundo onde irá se desenrolar a nossa querida neuropsicologia. Apesar do foco maior ser dado aos componentes neurobiológicos, em certos pontos da caminhada, teremos que fazer, ainda que breve, uma apresentação de alguns carinhos famosos na história das psicologias (escrevo assim, pois, entendo que não existe A psicologia e sim várias escolas que em conjunto compõe o estudo das psicologias) para depois amarrá-los à neuropsicologia (essa sim coloco como grande aliada na busca de uma unificação como ciência).



# Introdução

Para facilitar a leitura daqui para a frente deixarei um panorama geral, tipo um trailer dos melhores momentos da nossa aventura.

Começaremos “acertando os ponteiros”, a ideia nesse momento será desfazer alguns “mal-entendidos”. A lista, obviamente, não será exaustiva. Muita coisa surgirá pelo caminho, mas listarei algumas “correções” que julgo as principais.

Feito isso, passaremos aos conceitos básicos do sistema nervoso, começando da menor parte para a maior - do micro para o macro - entendendo um pouquinho da química, depois da bioquímica, chegando à biologia, por fim desaguando no mar da neuroanatomia e neurofisiologia encerrando com o ponto alto do show, o comportamento e a cognição!

Como todo bom filme ou livro não espere que ao final tudo esteja resolvido, muito pelo contrário, ficará um gostinho de quero mais! Aquela sensação: Acabou, e agora?

Por isso convoco a todos, mais uma vez, pois a continuidade dessa brincadeira depende de vocês. Uma comunidade dinâmica não se cria sozinha!

Até o presente momento, em que escrevo essa página, o futuro desse projeto está em branco, possivelmente tomará o rumo que vocês decidirem. A experiência rolará ao estilo você decide. Aliás, será que existe o livre arbítrio? Deixarei essa para os próximos episódios!

# Regras do Jogo

Sempre que surgir uma palavra esquisita vou deixar uma cola no rodapé e glossário ao final do livro.

Sempre que alguma lembrança interessante ocorrer, criarei um tópico “Dica!!!”.

Sempre que algo curioso pintar na minha cabeça, criarei um tópico “Curiosidade”.

Conceitos importantes ganharão destaque como tópicos “Não Esqueça!!!”

Sim, já aviso que, eventualmente, esses tópicos aparecerão aleatoriamente, pois, essa é a magia do processo, nunca dá para saber quando irá “pipocar” uma ideia.

Como já era de se esperar esse material será dinâmico, ou seja, sempre que sofrer alguma alteração você poderá baixar a versão atualizada!

Aviso final e não menos importante, a verdade absoluta é uma ilusão! Ainda mais quando lidamos com algo tão intrinsecamente complicado e em plena ebulição. Porém, sempre que possível, deixarei as referências e indicarei as partes que são meros devaneios da pessoa que aqui escreve.

Que comecem os jogos!

# Nota dos Autores

Caso você esteja lendo essa página, provavelmente se interessou de alguma forma por nosso projeto! Obrigado!

Esta página funcionará como um “painel de mensagens” aos leitores!

Nesse exato momento estamos disponibilizando a Versão 2.0 – A Primeira Versão “Final” do E-book Completo! E decidimos criar essa versão “resumida” para que todos possam conhecer um pouquinho mais das nossas ideias.

A etapa atual do projeto é a de respirar, buscar fôlego, retomar os estudos, revisar e ampliar o presente material!

Caso você tenha caído aqui de paraquedas e não faz ideia do que estou falando, convido a visitar o site do projeto [www.neuropsicologia.com.br](http://www.neuropsicologia.com.br) e conhecer um pouco mais do nosso trabalho.

# Desdizendo Bobagens

Em primeiro lugar, é chegada a hora de “desdizer” algumas bobagens. A ideia nesse momento é a de “sincronizar” alguns termos e entendimentos, evitando confusões em discussões futuras.

## Bobagem número 1

*Brain = Cérebro*

Tudo aquilo que está dentro da nossa “caixola” é o que chamamos de encéfalo, porém, até hoje o termo cérebro é usado por muita gente ao se referir ao encéfalo, causando bastante confusão.

Ao que tudo indica, tudo isso começou devido a uma tradução equivocada, lá num passado distante, no qual o termo *Brain*, em inglês, foi traduzido, equivocadamente, como Cérebro.

Quando na verdade, deveria ter sido traduzido como Encéfalo. Uma vez que, na língua inglesa, o outro termo equivalente a *Brain*, apesar de pouco usual, é *Encephalon*.

Cérebro em inglês é simplesmente *Cerebrum*, veja só que difícil! Então, a partir de agora, não faremos mais confusão!

Portanto, durante nossas conversas, o que está dentro da “caixola” será o encéfalo e o cérebro será apenas uma parte do encéfalo, como veremos mais à frente.

## Bobagem número 2

*Usamos só 10% do nosso “cérebro”.*

Se você já começou a sacar dirá agora: - Encéfalo!

Essa é outra bobagem que remonta o passado obscuro das neurociências. Mais uma vez, ao que tudo indica, esse “erro” foi propagado por um “dogma”. Escrevo dogma, pois apesar de todo livro de Neuroanatomia, de um passado não tão distante, trazer logo em seu início o seguinte “mantra”:

*“O encéfalo é formado por 100 bilhões de neurônios e um número 10 vezes maior de células gliais\*\*”*

Não se sabe ao certo como surgiu esse “mandamento”, acredita-se que essa informação seja decorrente de estudos histológicos<sup>†</sup> em certas porções do encéfalo.

Recentemente, porém, uma equipe de neurocientistas brasileiros, em especial uma cientista espetacular, Suzana Herculano-Houzel, demonstrou que um encéfalo adulto tem em média 86 bilhões de neurônios e 85 bilhões de células gliais<sup>1</sup>, ou seja, temos praticamente metade neurônios e metade **não** neurônios.

Sim, essa galera fez com que todos os livros tivessem quem ser reescritos!

Agora você pensa, tá bom... falou, falou, mas não explicou nada.

Calma meus jovens!

Então de onde surgiram os benditos 10%?

De uma informação equivocada e erroneamente interpretada! Pois, apesar das células da glia **não** possuírem poder de “processamento”, que fica por conta dos neurônios, nosso encéfalo está a todo momento 100% ativo. Mesmo as células **não** neuronais estão a todo momento ativas! Aliás, operamos no limite energético para alimentar nosso “processador”.

Ora, então, se fosse para chutar, deveria ser algo assim: *“usamos 50% do nosso cérebro”*. Seria, ao menos, uma bobagem mais bem chutada!

### Bobagem número 3

*O “cérebro” esquerdo é o racional e o direito é o criativo.*

Então, agora você dirá: - Encéfalo! Nesse caso vou dizer: - Cérebro, tá ok! Veremos já já, que a parte dividida em hemisférios é justamente o cérebro (apesar da delimitação do cérebro não ser unanime entre os neuroanatomistas), porém, a parte correta da frase acaba por aí!

Não podemos traçar uma linha divisória e encarar as “operações” de forma binária e simplória. No decorrer dessas páginas, você perceberá que nossa circuitaria trabalha em sintonia, parecendo muito mais uma orquestra do que artistas solos. Sendo, portanto, infantil pensarmos numa lateralização dessa forma. Cada vez mais, conclui-se que os vários aspectos cognitivos têm parcelas processadas em conjunto em ambos os lados.

---

\* As células da glia, geralmente chamadas neurógliã, nevrógliã, gliócitos ou simplesmente glia (em grego, γλία : "cola"), são células **não** neuronais do sistema nervoso.

<sup>†</sup> Histologia - disciplina biomédica que realiza estudos da estrutura microscópica, composição e função dos tecidos vivos.

Claro que existem algumas distinções que apontam CERTA lateralização, mas pensar de forma simplória acaba sendo infrutífera.

### Bobagem número 4

*O “cérebro” do ser humano é dividido em 3 partes. O cérebro reptiliano, o cérebro mamífero e o cérebro humano.*

Essa teoria é bonitinha e tem um apelo excelente! Porém, não faz sentido neuroevolutivo. Darwin deve ter se remexido no túmulo um bom tempo por conta disso!

Ela foi proposta pelo Paul Mclean em meados do século XX<sup>2-3</sup>, mas já não é considerada em nenhum círculo “sério” das neurociências.

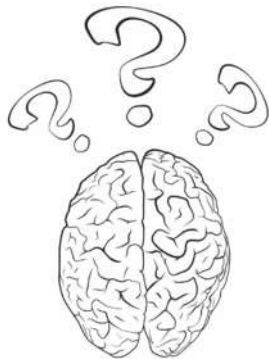
Grosso modo, essa teoria assume a evolução como linear e teleológica\*, ou seja, com uma razão e direção certa. Como se caminhássemos linearmente em busca de nos tornarmos um organismo cada vez mais “aprimorado” funcionalmente.

Darwin mostrou que a evolução não “tem dessas”! Ela vai se ramificando, como galhos de uma árvore, e evoluir não necessariamente significa aprimorar.

Existem inúmeros exemplos de órgãos que “pioraram” evolutivamente!

No jogo da evolução a regra é clara. Caso a mutação favoreça a propagação dos genes, excelente! Temos um vencedor!

O próprio ser humano é um exemplo! Evolutivamente, nosso sistema olfatório foi regredindo e somos “cheiradores” muito ruins. Essa regressão do sistema olfatório, em compensação, ao que tudo indica, permitiu o desenvolvimento evolutivo do nosso telencéfalo†, em especial do nosso córtex pré-frontal‡.



#### Você sabia?

Na realidade os últimos estudos apontam que nosso encéfalo “encolheu” nos últimos 20.000 anos, passando de **1.500cm<sup>3</sup>** para **1.350cm<sup>3</sup>**, em média<sup>4</sup>. Inúmeras teorias surgiram buscando uma explicação, porém não existe ainda um consenso da razão desse “encolhimento”.

CURIOSIDADE

\* Teleologia - É o estudo filosófico dos fins, isto é, do propósito, objetivo ou finalidade.

† As estruturas telencefálicas incluem os dois hemisférios cerebrais, que contêm o córtex cerebral.

‡ Córtex pré-frontal - A área cortical na porção mais frontal do encéfalo.

## Bobagem número 5

### *Meu cérebro ficou feliz por causa da serotonina!*

Outra coisa que você perceberá, logo de cara, é que gosto de pensar numa abordagem integrativa. Ao invés de pensarmos isoladamente na neurobiologia, julgo mais produtivo e promissor encarar o conjunto da obra quanto indivíduo\*.

Gosto de pensar que somos seres biopsicossociais, por consequência, vejo nossa mente como fruto da soma de várias parcelas, entre elas: sistema nervoso, fisiologia, sociedade (incluindo a cultura) e muito possivelmente parcelas que ainda iremos descobrir ou talvez nunca venhamos a desvendar.

Difícilmente você lerá por aqui coisas do tipo: neurotransmissor da felicidade; ou ainda algo do gênero: o cérebro fica feliz, o cérebro escolheu, o cérebro sorriu, etc. Salvo alguma real necessidade, “poética” ou didática, porém, com o devido aviso prévio!

As partes não são sujeitos da ação, toda ação tem como ator o indivíduo! Os neurotransmissores são apenas moléculas bioquímicas e dependendo de onde eles estiverem presentes, teremos um ou outro resultado.

Lembre-se, encararemos, como sujeito das ações, o indivíduo!

Essa parte é especialmente importante devido à interface entre as neurociências e a filosofia. Sendo que, os filósofos adoram “dar porrada” em neurocientistas com a “bendita” falácia mereológica†.

Acho que por enquanto é isso... Podemos, então, começar a brincadeira!

---

\* Visando “manter o foco”, nesse momento, não entraremos em embates que permeiam a filosofia, coisas do tipo: behaviorismo radical X cognitivistas. Deixaremos esses assuntos para nossa diversão futura nos grupos fechados!

† A falácia mereológica da Neurociência é o erro de se atribuir ao cérebro, ou suas partes, predicados que só fazem sentido quando atribuídos ao indivíduo inteiro.

## Referências

---

<sup>1</sup> Azevedo, F. A. C. et al. Equal Numbers of Neuronal and Non-Neuronal Cells Make the Human Brain an Isometrically Scaled-Up Primate Brain. *J. Comp. Neurol.* 513:532-41. 2009

<sup>2</sup> Maclean, P.D. The limbic system and its hippocampal formation. *J. Neurosurg.* 11:29-44. 1954

<sup>3</sup> Maclean, P.D. *The triune brain in evolution: role in paleocerebral functions.* New York: Plenum Press. 1990

<sup>4</sup> McAuliffe, Kathleen. If Modern Humans Are So Smart, Why Are Our Brains Shrinking? Disponível em: <<http://discovermagazine.com/2010/sep/25-modern-humans-smart-why-brain-shrinking>> Acesso em: 10 mar. 2019



# Um Pouquinho de História

Agora é hora de voltar no tempo e pensar um pouco em como tudo começou. A ideia aqui é deixar um grande panorama, de forma simplificada, de como as neurociências evoluíram através do tempo.

## Como tudo começou?

É de se imaginar que desde o primeiro momento no qual o ser humano passou a ter alguma “consciência”<sup>\*</sup> sobre a vida e a morte, deve ter sacado que o sistema nervoso tinha lá alguma importância para manter a nossa condição de vida, a “paleoneurologia”<sup>†</sup> encontrou muitos registros de lesões cranianas fatais, possivelmente, causadas por outro ser humano.



Figura 2.1 – (Fonte: memoangeles © 123RF.COM)

\* Não entraremos, ao menos nesse momento, numa explanação profunda e filosófica. Para efeitos práticos consideraremos consciência aqui como capacidade de perceber a relação entre uma coisa e outra.

† Paleoneurologia - Ramo da paleontologia consagrado à evolução do sistema nervoso segundo os dados fornecidos pelos fósseis.



Figura 2.2 - (Fonte: © pngtree.com)

Registros fósseis de mais de 7 mil anos já mostravam práticas “medicinais” com perfurações cranianas<sup>1</sup> (Figura 2.2).

## Grécia Antiga

Lá na Grécia antiga existiu um tal de Hipócrates (460-377 a.C.), o pai da medicina ocidental, para ele o encéfalo além de estar envolvido na percepção nas sensações, também era a morada da inteligência. Já para Aristóteles (384-322 a.C.) o coração seria a fonte de origem da inteligência enquanto o encéfalo funcionaria apenas como um radiador, para onde o sangue fluía e era “resfriado” após sair “fervendo” do coração. Talvez daí que remonte aquela bem conhecida expressão: Não faça nada de cabeça quente!

## Medicina Romana

Vamos agora para uma fase “animada” da história, lá para a época dos gladiadores.

O “carinha” mais importante nessa época foi o Galeno (130-200 d.C.), ele seguia a mesma linha de pensamento que Hipócrates em relação ao encéfalo. Galeno, porém, teve uma enorme vantagem “acadêmica”, foi médico dos gladiadores, imagine a “festa” de lesões que não era àquela época!

Como era de se esperar, foi uma época “frutífera” para o início da compreensão de como funciona aquilo que fica dentro do nosso crânio. Época memorável, na qual foi possível questionar coisas do tipo: o que será que acontece com um gladiador, quando uma espada é atravessada na parte lateral esquerda da “caixola”? Ou ainda: será que aquela pisada de leão, que arrancou uma parte de trás da cabeça do coitado, tem alguma coisa a ver com a cegueira resultante?

Galeno também adorava dissecar encéfalos de animais e tinha uma predileção pelas ovelhas. Com base em suas observações ele concluiu que o cérebro deve receber sensações e o cerebelo\* deve comandar os músculos.

---

\* O cerebelo é a parte do encéfalo responsável pela manutenção do equilíbrio, pelo controle do tônus muscular, dos movimentos voluntários e aprendizagem motora.

Galeno acreditava que as sensações deveriam ser “escritas” no cérebro, uma vez que por ser mais mole, obviamente, facilitaria a “escrita”. É engraçado ver que por mais absurdo que tenha sido o raciocínio, ele não ficou tão longe do que futuramente foi se descobrindo em relação às sensações e controle motor.

Numa dessas ocasiões, Galeno percebeu que o interior do encéfalo é oco e preenchido por um líquido, atualmente chamamos essas “câmaras” de ventrículos\*, então para ele fazia todo sentido que essa fosse a origem dos movimentos. Galeno propôs que as sensações eram quem “comandavam” a dinâmica dos “fluidos vitais”. Esses por sua vez, fluíam dos ventrículos para os nervos e vice e versa. Naquela época ainda se imaginavam que os nervos fossem “canos ocos”, tais como os vasos sanguíneos.

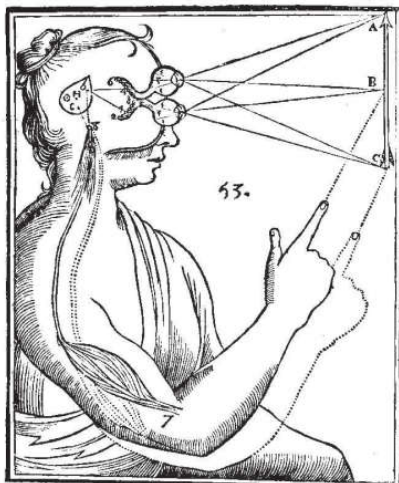
## Homem x Máquina

No decorrer da história é interessante perceber que sempre existe alguma comparação entre o “funcionamento” do ser humano e a “máquina” predominante à época.

Vejamos o contexto da França no século XVII, época em que o auge da tecnologia eram as máquinas hidráulicas. Nesse período as ideias de Galeno “caíram como uma luva”.

Aquela época, seria óbvio que nós humanos fossemos “seres hidráulicos”, uma vez que, as máquinas funcionavam dessa forma.

É nessa época que aparece mais um “cara” famoso no pedaço, René Descartes (1596-1650). Para ele essa teoria é bacana para explicar a relação entre o encéfalo e o comportamento de outros animais, mas para o ser humano seria incompleta.



Uma vez que as pessoas possuem “inteligência” e para ele, obviamente, isso só pode ser obra divina que nos dotou de Alma.

Eis que surge o famoso modelo dualista! No qual as capacidades mentais, exclusivamente humanas, existiriam fora do encéfalo, na “mente”†, uma entidade espiritual que recebia sensações e comandava os movimentos, comunicando-se com a maquinaria do encéfalo por meio da glândula pineal<sup>2</sup> (Figura 2.3).

Figura 2.3 - (Fonte: René Descartes - [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Descartes\\_diagram.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Descartes_diagram.png))<sup>3</sup>

\* O sistema ventricular é composto por cavidades que se comunicam entre si e é contínuo chegando até o canal central da medula espinhal.

† Lembrando que não entraremos, ao menos nesse momento, nas discussões sobre “mente” que acabarão enveredando pela Filosofia da Mente, mas fica o convite para a discussão nos grupos.

Em 1751, surge uma outra figura, Benjamin Franklin (1706-1790), que começa a trazer muitas novidades em relação aos fenômenos elétricos. Portanto, é de se esperar, que nosso modelo “Homem Máquina” receba seu devido upgrade.

Pouco tempo depois, Luigi Galvani (1737-1798) e Emil du Bois-Reymond (1818-1896) demonstram que quando estimulamos eletricamente os nervos os músculos se movimentam. Demonstram também que o encéfalo gera eletricidade.

Passamos então, a pensar em um “novo” modelo “Homem Máquina”. Dessa vez os nervos seriam, portanto, fios condutores.

Em um salto para a época atual, não só é esperada como tentadora, uma comparação direta entre o modelo “Homem Máquina” e nossos computadores.

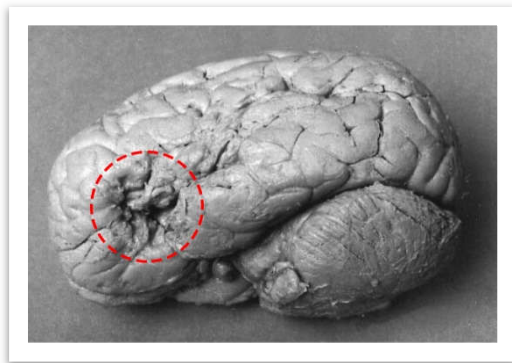
Deixo, portanto, a seguinte questão para reflexão. Historicamente, os modelos “Homem Máquina” sempre se mostraram equivocados. Será que estamos no caminho certo dessa vez? Será “fértil” ainda insistir nessa abordagem?

### Início das Neurociências “Modernas”

Paul Broca (1824-1880) foi um neurologista francês e foi ele que começou a sacar a localização de algumas funções encefálicas.

Broca teve um paciente com um caso curioso. Esse paciente compreendia tudo o que era dito a ele, mas não conseguia falar, mesmo não aparentando qualquer alteração no aparelho fonador.

Quando esse paciente morreu, Broca pode então analisar seu encéfalo e encontrou uma lesão no lado esquerdo na parte da frente. Com o tempo e a observação recorrente em outros pacientes com o mesmo tipo de lesão e o mesmo problema na fala, ele conclui que aquela região específica deveria ser a responsável pela produção da fala.



Esse é o encéfalo preservado de um paciente que perdeu a capacidade de falar antes de morrer, em 1861. A lesão que produziu esse déficit está indicada no círculo<sup>4</sup> (Figura 2.4).

Figura 2.4 – Área de Broca (Fonte: Dronkers, N. F. et al. 2007. Fig 3 – A)

Em 1874, o neurologista alemão Karl Wernicke (1848-1905) sacou que lesões numa região diferente do mesmo hemisfério também prejudicavam a fala normal. Apesar de também ser no hemisfério esquerdo, era uma região bastante distinta daquela encontrada por Broca, em uma região mais posterior.

O problema na fala observado por Wernicke também era bastante diferente daquele relatado por Broca. Wernicke percebeu que apesar da fala continuar fluente, não apresentando alteração na “emissão” das palavras, ela passava a não apresentar muita lógica e coerência e a compreensão do que era ouvido também ficava prejudicada.

Foram definidas, então, duas regiões distintas que seriam responsáveis pela fala, ambas no lado esquerdo do cérebro\*.

Ainda dentro do repertório histórico de lesões, temos o icônico e famoso caso do Phineas Gage, onde “simplesmente” um bastão de ferro atravessou sua cabeça! O Dr. John Harlow relatou as consequências desse acidente no artigo intitulado “Passagem de um bastão de ferro através da cabeça”<sup>5</sup>.

Atualmente, as lesões ainda são potenciais fontes de estudos das neurociências, porém com a evolução tecnológica surgiu a possibilidade de também estudar o encéfalo saudável, através de técnicas de imageamento, dentre as quais, a **imagem por ressonância magnética funcional (IRMf)** é provavelmente a mais conhecida (Figura 2.5). Existem, também, técnicas eletrofisiológicas envolvendo o registro de sinais elétricos gerados pelo cérebro, o **eletroencefalograma (EEG)** é o mais famoso e usual deles.



Figura 2.5 - Ressonância magnética funcional - (Fonte: tussik13 © 123RF.COM)

---

\* Os termos área de Broca e área de Wernicke são comumente utilizados, mas seus limites não são claramente definidos e parecem ser bastante variáveis de uma pessoa para outra.

Uma técnica moderna e bastante interessante é a **estimulação magnética transcraniana (TMS)** (Figura 2.6). Técnica na qual uma bobina é colocada próxima à cabeça do paciente e uma pulsação de corrente magnética, muito breve, passa através dela. Isso produz um campo magnético de curta duração que, geralmente, inibe o processamento na área alvo do encéfalo. Como se causasse uma “lesão” instantânea e momentânea. Partindo dessa alteração “artificial” especula-se qual resposta esperar de uma lesão equivalente, porém, real.

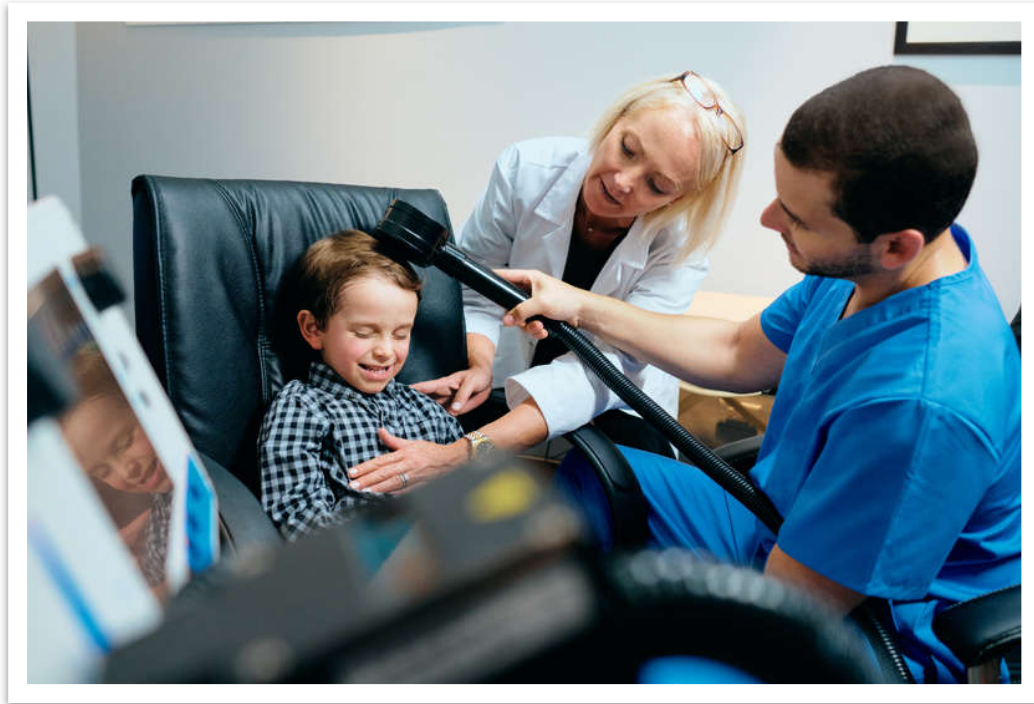


Figura 2.6 - Estimulação magnética transcraniana – (Fonte: ID 141478273 © Diego Vito Cervo | Dreamstime.com)

Utilizando da combinação das diversas técnicas: estimulação magnética transcraniana (TMS), técnicas de neuroimagem e eletrofisiológicas. Podem ser feitos progressos para elucidar a atividade encefálica e seus efeitos.



Figura 2.7 - (Fonte: © pngtree.com)

## Referências

- 
- <sup>1</sup> Alt K.W.; Jeunesse C.; Buitrago-Téllez C.H.; Wächter R.; Boës E.; Pichler S.L. Evidence for stone age cranial surgery. *Nature* 387:360. 1997
  - <sup>2</sup> Finger S. *Origins of Neuroscience*. New York: Oxford University Press. 1994
  - <sup>3</sup> René Descartes([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Descartes\\_diagram.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Descartes_diagram.png)), Descartes diagram“, marked as public domain, more details on Wikimedia Commons: <https://commons.wikimedia.org/wiki/Template:PD-old.>)
  - <sup>4</sup> Dronkers, N. F.; Plaisant, O.; Iba-Zizen, M. T.; Cabanis, E. A. Paul Broca’s historic cases: high resolution MR imaging of the brains of Leborgne and Lelong. *Brain*, 130(5):1432–1441. 2007
  - <sup>5</sup> Harlow J.M. Passage of an iron rod through the head. *Boston Medical and Surgical Journal* 39:389–393. 1848

# Separando as Peças

## Neurônios e Glia

Agora é hora de começar a entender as principais peças do nosso sistema nervoso, os neurônios e a glia. Apesar de serem categorias amplas - possuindo muitos tipos de células diferentes em estrutura, química e função - faremos uma primeira macro distinção entre neurônios e glia.

Existem, em média, 86 bilhões de neurônios e 85 bilhões de células gliais no encéfalo humano adulto, os neurônios são responsáveis pelo “poder de processamento” do sistema nervoso. São eles que “sentem” o ambiente, comunicam a outros neurônios e que comandam as respostas, mas não podemos menosprezar a glia!

As células gliais são fundamentais para o que os neurônios possam fazer seu trabalho. São elas que garantem isolamento, sustentação, nutrição e eventualmente “reparação” dos neurônios.

O termo glia vem lá dos gregos, da palavra grega para “cola”, portanto, é de se imaginar que a principal função da glia seja a de manter tudo em seu devido lugar. Por exemplo: imaginando nosso encéfalo como um enorme panetone os neurônios seriam as frutas cristalizadas e a glia seria a massa que preenche todos os espaços, fazendo com que as frutas se mantenham em seus lugares apropriados.

## Entendendo os Neurônios

Em primeiro lugar, vale a pena dar uma passada rápida na história de como surge o neurônio, essa célula extremamente especializada e bastante diferente de qualquer outra do nosso corpo.

Uns 4 bilhões de anos atrás, surgem os primeiros seres unicelulares. Nesses organismos uma capacidade de irritabilidade\* geral e uniforme propicia uma onda de excitação que se espalha de forma homogênea em todas as direções, quando são estimulados química ou fisicamente<sup>1</sup>.

---

\* Irritabilidade – Capacidade de responder a estímulos internos ou externos. Tais como, luz, pressão e temperatura.



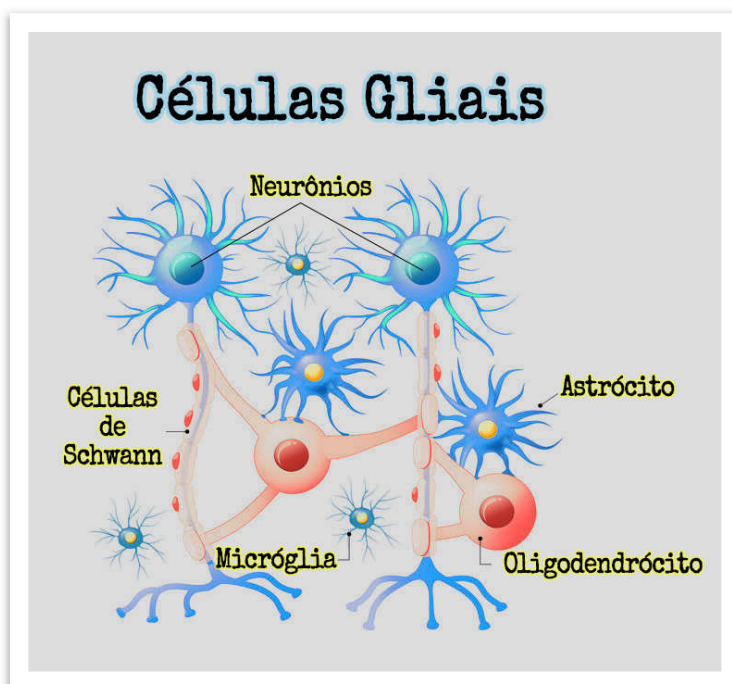
Ao longo da evolução, essa propriedade de irritabilidade foi sendo gradualmente especializada, atuando localmente e se adaptando a novos desafios ambientais. Isso ocorreu por conta de mecanismos de condutibilidade\* e contratilidade†, com isso apenas partes do organismo e de formas mais específicas, passaram a responder a determinados estímulos.

Há cerca de 1 bilhão e meio de anos, começam a surgir os seres multicelulares. Surge, então, a necessidade de comunicação e cooperação entre as células que vão se diferenciando e especializando. Algumas delas em perceber o ambiente externo e outras adquirindo funções, primitivamente motoras, atuando sobre o ambiente. Por exemplo: a movimentação em busca de “alimento” ou a fuga de uma possível ameaça.

Ao que parece o sistema nervoso mais simples, das espécies vivas atualmente, são os dos cnidários‡ como a hidra ou a anêmona-do-mar, por semelhança, conseguimos especular sobre como seriam os sistemas nervosos dos ancestrais dos animais atuais<sup>2</sup>.

## Entendendo a Glia

A glia é fundamental para a atividade dos neurônios, apesar de ser considerada “subordinada”, sem a glia o sistema nervoso simplesmente não funcionaria.



As células gliais que existem em maior número no encéfalo são os **astrócitos** (Figura 3.1), esses “caras” aí acabam sendo “pau pra toda obra” eles são fundamentais no “preenchimento” dos espaços entre os neurônios, mas não servem somente como “suporte” físico eles também participam da regulação química desses espaços<sup>3</sup>.

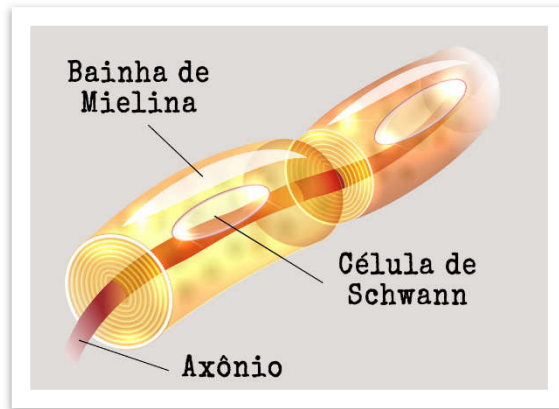
Figura 3.1 – Células Gliais - (Fonte: designua © 123RF.COM - Editada)

\* Condutibilidade – propriedade que permite a transmissão de um impulso elétrico.

† Contratilidade – propriedade de “encurtamento” da célula em resposta a um estímulo.

‡ Cnidários ou celenterados (filo Cnidaria) são organismos pluricelulares que vivem em ambientes aquáticos, sendo a grande maioria marinha.

Agora é a vez dos **oligodendrócitos** e das **células de Schwann** (Figura 3.1), elas formam as camadas de isolamentos dos axônios\*, a bainha de mielina†.



A bainha de mielina é responsável pelo isolamento elétrico, favorecendo a agilidade na transmissão de informações pelos neurônios, aumentando a sua velocidade (Figura 3.2).

Figura 3.2 – Detalhe de um axônio - (Fonte: guniita © 123RF.COM - Editada)



### Para Lembrar:

Os oligodendrócitos são encontrados apenas no sistema nervoso central (encéfalo e medula), já as células de Schwann são encontradas somente no sistema nervoso periférico (partes externas ao crânio e à coluna vertebral).

NÃO ESQUEÇA!!!

## Substância Branca e Substância Cinzenta

Você já deve ter ouvido falar nas tais, substância branca e substância cinzenta. Quando damos uma olhada no sistema nervoso, conseguimos identificar duas regiões bastante distintas. Uma mais esbranquiçada e outra um tanto acinzentada, mas o que será que faz com que essas regiões sejam distintas? Fácil! A presença da mielina!

\* Axônio é uma parte do neurônio responsável pela condução dos impulsos elétricos que partem do corpo celular

† A bainha de mielina consiste em muitas voltas de membrana fornecidas por células gliais.

A substância branca é basicamente composta pelos axônios dos neurônios, portanto, possui grande parte de suas fibras mielinizadas, o que dá esse aspecto branco ao interior do encéfalo e à parte externa da medula. Enquanto a substância cinzenta é composta pelos corpos dos neurônios, não possuindo, portanto, mielina, localizando-se na parte mais externa do encéfalo e no interior da medula (Figura 3.3).

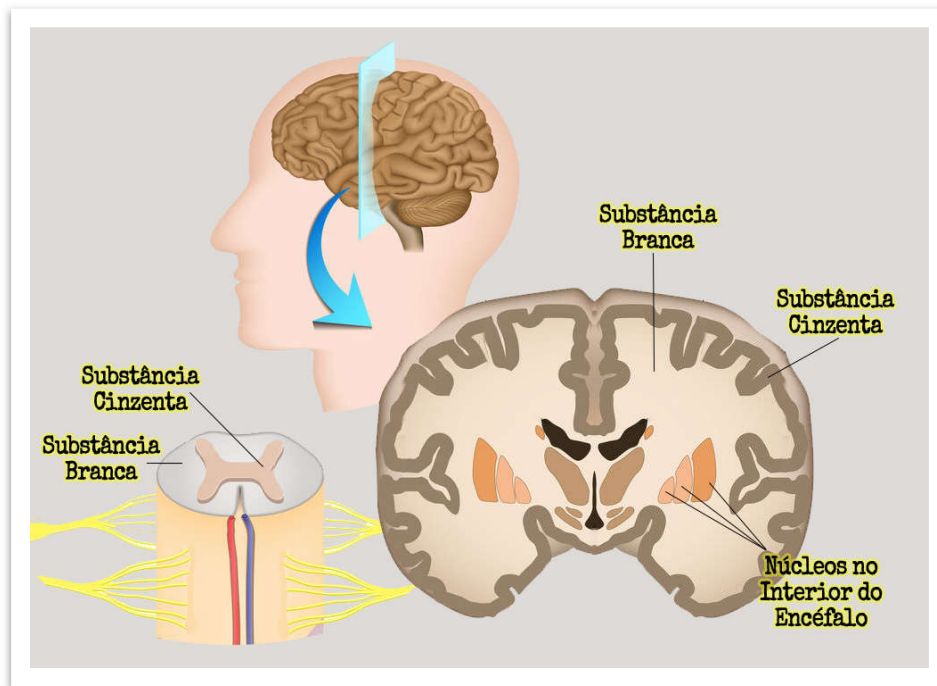


Figura 3.3 – Substância branca e substância cinzenta - (Fonte: Joshua Abbas/bilderriese © 123RF.COM - Editada)

Também observamos substância cinzenta, pontualmente, no interior do encéfalo, quando temos agrupamentos de neurônios, pois, os corpos dos neurônios agrupados “se destacam” em meio à substância branca. Por exemplo, quando falamos nos núcleos da base\*.

#### Dica:



Quando temos um conjunto de corpos de neurônios bem definidos, se estão **dentro do sistema nervoso central** são chamados de **núcleos** e quando estão **fora do sistema nervoso central** são chamados de **gânglios**, gosto de seguir essa nomenclatura, pois, é hoje a mais usual dentre os neuroanatomistas e evita confusão.

**DICA!!!**

\* Núcleos da base - Conjunto de núcleos profundos do cérebro com diferentes estruturas e atividades. Emitem e recebem projeções entre si e com o córtex cerebral, tálamo e tronco cerebral – Estudaremos mais à frente.

Há um terceiro tipo de substância que é a negra ou nigra, localizada no mesencéfalo\* é uma das regiões com grande produção de dopamina e a sua cor característica é devido à neuromelanina (Figura 3.4).

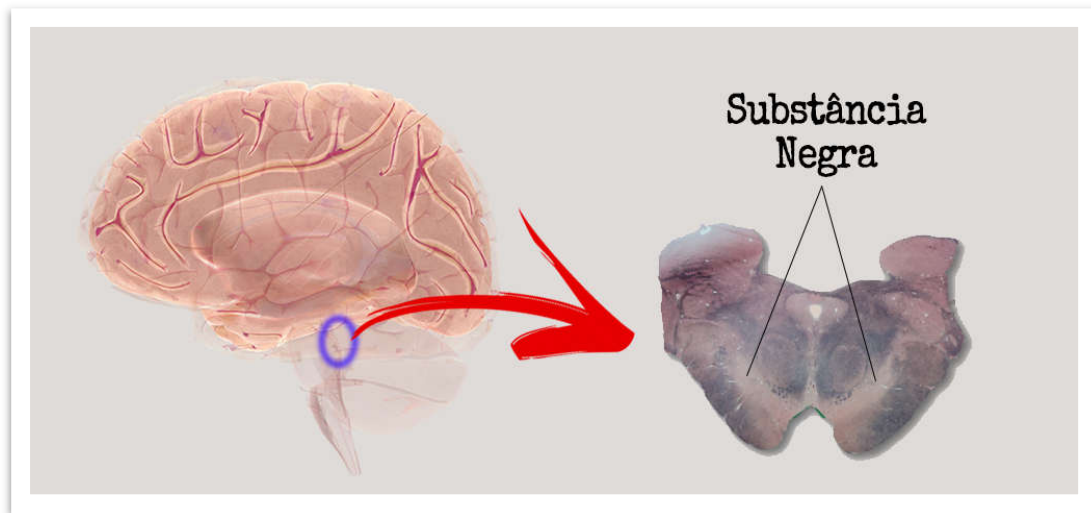


Figura 3.4 – Substância Negra - (Fonte: <http://www.brainfacts.org/3d-brain> - © Society for Neuroscience - Editada)

### Outras células do Sistema Nervoso

**Células ependimais**, “forram” os ventrículos no encéfalo e durante o desenvolvimento do encéfalo ajudam no direcionamento da migração celular.

**Micróglia**, são células fagocitárias que fazem a remoção de resíduos gerados pela morte ou degeneração de neurônios e da glia (Figura 3.2).

---

\* Estudaremos o mesencéfalo mais à frente, em suma, é uma das estruturas do tronco encefálico.

## Referências

- 
- <sup>1</sup> Furnes, H.; de Wit M.; Staudigel, H.; Rosing, M.; Muehlenbachs, K. A vestige of earth's oldest ophiolite. *Science*. 315(5819):1704-1707. 2007
- <sup>2</sup> Brusca R.C.; Brusca G.J. *Invertebrados*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2007
- <sup>3</sup> Eroglu, C.; Barres, B.A. Regulation of synaptic connectivity by glia. *Nature* 468:223–231. 2010

**CONTINUA...**

# Neuropsicologia, Atenção e Funções Executivas

## Atenção!

Será que conseguimos prestar atenção em tudo que nos rodeia? Provavelmente você responderá, claro que não! Então será que, ao menos, prestamos atenção à grande maioria das informações que recebemos a todo momento? Agora ficou mais difícil responder!

Vamos a um teste rápido de atenção e memória! Responda rápido! Qual o ícone de aplicativo que está no canto inferior direito da sua primeira tela do celular?



Figura 6.1 - (Fonte: © pngtree.com - Editada)

Pronto! Agora pegue seu celular e confira! Acertou?

Muito bem!

Agora só mais uma perguntinha rápida, dessa vez sem pegar o celular ou “colar”. Que horas marcava no seu celular? Provavelmente essa informação estava pulando na sua frente, seja tela de bloqueio, na barra de cima ou ainda bem no meio da tela, mas qual a razão de simplesmente ignorarmos? Bora lá entender um pouco mais sobre essa tal “atenção”!

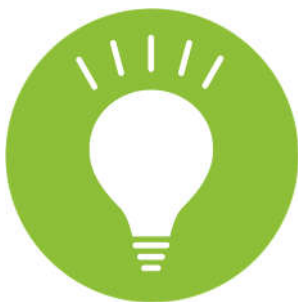
Em neurociências atenção é definida como um conjunto de processos que levam a pessoa a priorizar alguns estímulos e ignorar outros. Podendo ser estímulos externos ou internos, quantas vezes nos pegamos “viajando na maionese” enquanto um monte de coisa está rolando “aqui fora”!

E qual a importância da atenção? Caso você tenha prestado atenção! Já deve ser sacado que a atenção é a “alma do negócio”, ela é a porta de entrada que permite todo o resto acontecer, aprender, fazer associações, interpretar, filtrar as informações, tomar decisões, guiar o próprio comportamento. Por isso, ela é tão importante do ponto de vista neuropsicológico sendo considerada a base dos nossos processos mentais.

Por conjunto de processos, entenda que a atenção pode ser dividida em tipos e subtipos e envolver diferentes modalidades sensoriais. A primeira grande divisão que pode ser feita é com relação à sua origem, **voluntária ou involuntária**.

**Atenção voluntária ou controlada** – Quando intencionalmente estamos focando nossa atenção de forma voluntária. Por exemplo, você nesse momento lendo essas linhas!

**Atenção involuntária ou automática** – É “disparada” por estímulos alheios à nossa vontade e “roubam” nossa atenção, atraindo um ou vários sentidos em direção a eles. Por exemplo, o cheiro de um café recém coado naquele momento em que você já está se cansando de passar os olhos nessas páginas!



#### Dica:

Outros termos usuais para **Atenção voluntária** e **Atenção involuntária** são “**bottom-up\***” (processamento de baixo para cima) e “**top-down†**” (processamento de cima para baixo).

DICA!!!

\* **bottom-up (processamento de baixo para cima)** – Processamento diretamente influenciado por estímulos do ambiente.

† **top-down (processamento de cima para baixo)** – A atenção é direcionada pelo indivíduo de modo deliberado para algum objeto ou lugar.



Outra divisão importante é em relação à forma como a atenção está “operando”, podendo ser categorizada em quatro tipos: **seletiva**, **sustentada**, **alternada** e **dividida**. Lembrando, porém, que os limites entre elas nem sempre são fáceis de traçar.

**Atenção seletiva** – É a capacidade de se concentrar em estímulos determinados, enquanto se ignora outros. É o mecanismo central da atenção. O exemplo mais clássico de atenção seletiva é o chamado “efeito coquetel”<sup>1</sup> aquele que acontece quando estamos numa festa barulhenta e mesmo assim conseguimos conversar com alguém, “isolando” apenas a voz daquela pessoa em nossa atenção e ignorando todo o resto (Figura 6.2).



Figura 6.2 – Exemplo do Efeito Coquetel - (Fonte: Mark Bowden © 123RF.COM)

**Atenção sustentada** – É quando a atenção seletiva é mantida por um tempo prolongado sobre algum estímulo. Por exemplo, quando aquela mesma pessoa da festa tem um papo excelente e vocês ficam a noite toda conversando e nem percebem o tempo passar. Acontece quando executamos tarefas que exigem concentração, por exemplo, ler esse livro ou assistir a um filme (Figura 6.3).



Figura 6.3 – Exemplo de Atenção Sustentada - (Fonte: Antonio Guillem © 123RF.COM)

**Atenção alternada** – É a capacidade de mudar o foco da atenção, alternando entre um estímulo e outro. Por exemplo, quando você está fazendo anotações do que está lendo nesse livro, ao ler alguma coisa interessante (Figura 6.4). No momento em que começa a anotar aquilo que leu você tira a atenção do texto e passa para a escrita de suas notas. Não conseguimos escrever ao mesmo tempo em que lemos, temos que alternar os focos.



Figura 6.4 – Exemplo de Atenção Alternada - (Fonte: Antonio Guillem © 123RF.COM)

**Atenção dividida** – É parecida com a atenção alternada, porém acontece quando fazemos duas tarefas simultaneamente. Por exemplo, conversar enquanto dirigimos. Para que essa atenção seja possível, é necessário que uma das tarefas que estejamos realizando já tenha sido automatizada. Uma tarefa precisa ser executada pelo “processamento automático”, enquanto a outra por meio de esforço cognitivo. Portanto, quando você ainda está aprendendo a dirigir se torna muito difícil conversar e dirigir, pois, a ação de dirigir ainda está demandando recursos cognitivos o que força a alternância do foco da atenção.



### Para Lembrar:

Não somos seres multitarefas! Não caia nessa armadilha! Duas tarefas simultâneas que requerem esforço cognitivo sempre terão a atenção alternada entre elas.

**NÃO ESQUEÇA!!!**

É importante saber que existem vários fatores capazes de interferir na modulação da atenção. Tais como: a motivação, sono, fome, dor, sede, entre outros... Você já deve ter passado por isso várias vezes em sua vida, em especial assistindo aulas, são vários fatores “concorrentes” e nem sempre a motivação é quem vence.

Agora você me pergunta, qual a importância de ficar “desdobrando” e categorizando a atenção em tantas fatias? É interessante ter essa noção geral, uma vez que o desenvolvimento da atenção se dá com a evolução da idade, portanto, possibilita uma análise mais coerente do esperado em relação à atenção em cada fase do desenvolvimento, veremos mais à frente como se dá a “maturação” de nosso encéfalo e por consequência a maturação das funções cognitivas.

Já se perguntou por que é tão difícil manter a atenção de uma criança?

A atenção seletiva das crianças só começa a “operar” com maior poder de “sustentação”, em média, por volta dos 6 anos de idade.

Além disso, por exemplo, existem alterações cognitivas que podem comprometer a atenção sustentada, mas não as atenções, alternada e dividida e vice-versa, portanto, é importante saber distingui-las.

Estudos dos mecanismos envolvidos na atenção indicam a existência de dois sistemas envolvendo circuitos diferentes que regulam os processos que discutimos anteriormente.

Um primeiro circuito é tido como o “orientador” e fica localizado no **córtex parietal**. Ele permite a alternância do foco da atenção entre um estímulo e outro, além do “ajuste fino” para que os estímulos sejam melhor percebidos.

Uma região importante, localizada fora do córtex, participa desse circuito, os **colículos superiores** (Figura 6.5), situados no mesencéfalo, os quais são responsáveis pelo direcionamento de nossos olhos controlando o foco visual da atenção.

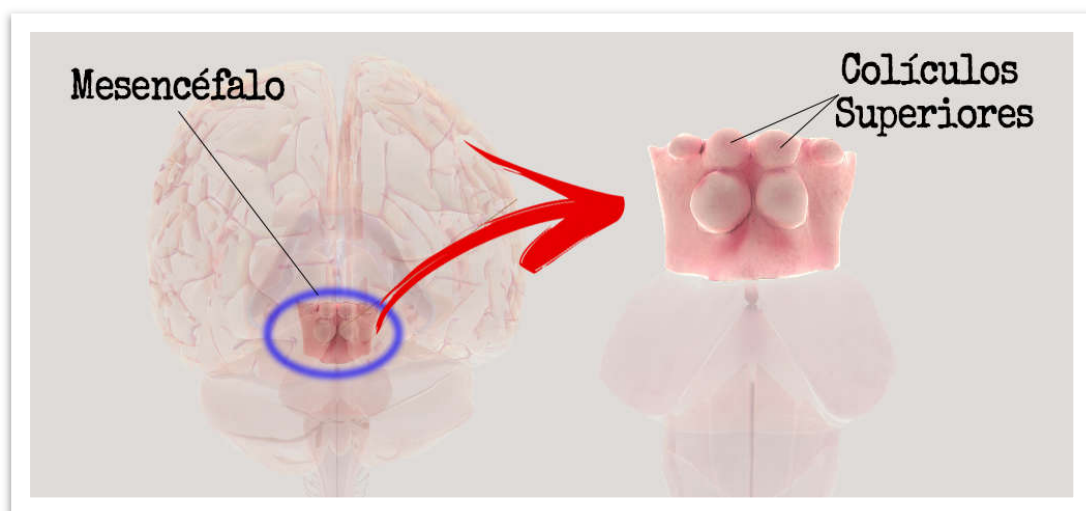


Figura 6.5 – Mesencéfalo em detalhe - (Fonte: <http://www.brainfacts.org/3d-brain> - © Society for Neuroscience - Editada)

O segundo circuito é o que permite manter a atenção sustentada ao mesmo tempo em que inibe os estímulos distratores, sendo chamado de circuito executivo. Tendo como região mais importante uma área do **córtex pré-frontal**, que veremos na segunda parte do capítulo, o **córtex cingulado anterior** (Fig. 6.8), situado na parte interna do hemisfério cerebral.

Essa “atenção executiva” está relacionada aos mecanismos de autorregulação e capacidade de modulação do comportamento de acordo com as demandas cognitivas, emocionais e sociais. Passaremos, portanto, ao estudo das Funções Executivas!



Figura 6.6 - (Fonte: © pngtree.com)

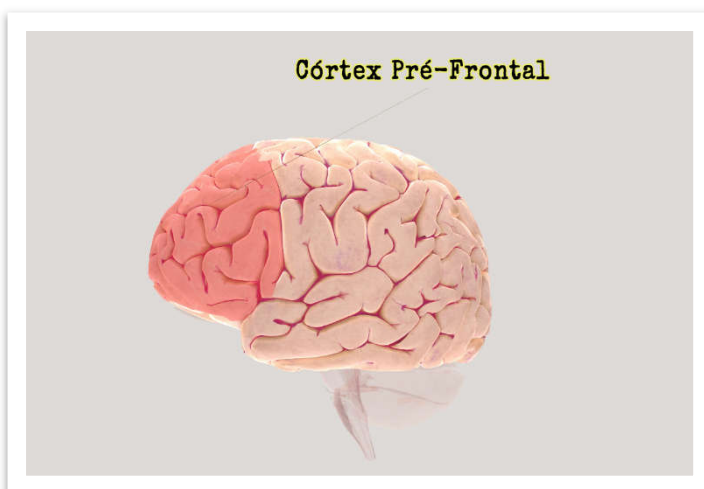
## Funções Executivas

Já parou para pensar quais funções cognitivas podem estar por trás de habilidades como, a tomada de decisões, a flexibilidade, o controle emocional, a administração da rotina, o planejamento e a resolução de problemas? Serão essas habilidades fruto somente da nossa inteligência? O que poderia estar por trás, por exemplo, daquela “repassada” matinal, ainda mentalmente, pelas tarefas que teremos que encarar no dia, categorizando e priorizando as mais urgentes e deixando outras atividades de lado. Eu, por exemplo, estou aqui escrevendo enquanto poderia estar no clube curtindo uma piscina!

As funções executivas são processos mentais, responsáveis pelo controle, monitoramento e regulação das nossas ações, pensamentos e emoções. Graças a estas funções nós conseguimos direcionar o nosso comportamento a metas; flexibilizar estratégias e pensar de forma a alcançar objetivos; controlar os nossos impulsos e adequar as nossas ações às regras sociais; tomar decisões baseadas nos objetivos pretendidos; realizar planos e solucionar problemas e, tudo isso, ao mesmo tempo em que nos auto monitoramos para verificar a eficácia das estratégias que estamos utilizando.

As funções executivas estão presentes em decisões e tarefas corriqueiras, mas também em planejamentos de longo prazo, como decidir qual vestibular prestar ou a viagem das próximas férias. As pessoas normalmente são capazes de projetar, executar e monitorar seu comportamento até atingir um objetivo que tenham em mente, seja ele de curto ou de longo prazo.

Mas você pode estar se perguntando: Qual a razão de habilidades tão distintas estarem colocadas no mesmo “balão”? Simples! Ao que tudo indica, elas estão, primordialmente, relacionadas a um mesmo agrupamento de regiões cerebrais (Figura 6.7).



Apesar dessas funções também serem comuns a outros animais, elas atingiram o máximo do seu desenvolvimento em nossa espécie. Em relação aos aspectos neuroanatômicos, as funções executivas ficam, de forma predominante, no nosso lobo frontal, mais especificamente, no córtex pré-frontal, que é uma região especialmente desenvolvida no ser humano.

Figura 6.7 – Córtex Pré-Frontal - (Fonte: <http://www.brainfacts.org/3d-brain> - © Society for Neuroscience - Editada)

Lesões no córtex pré-frontal, geralmente, acarretam uma série de problemas, as chamadas “**disfunções executivas**”. Algumas pessoas, apesar de não apresentarem alterações nos níveis de inteligência, se tornam apáticas e incapazes de tomar decisões do dia a dia. Ou passam a tomar sem levar em conta prioridades, consequências ou os riscos envolvidos, de forma desastrosa. Não percebendo nem avaliando os próprios erros.

Outras podem se tornar impulsivas e incapazes de inibir comportamentos inadequados, deixando de avaliar as consequências de suas ações ou ainda comportando-se de forma antissocial.

Podemos ainda observar uma dificuldade em flexibilizar sua conduta, apesar de constatar que aquelas ações não levarão à meta pretendida.

Hoje, admite-se que existem pelo menos três regiões distintas em diferentes regiões do córtex pré-frontal, que coordenam as funções executivas (Figura 6.6).

A primeira região é o córtex pré-frontal dorsolateral, localizada na parte lateral externa, estando relacionada com o planejamento do comportamento e a flexibilização das ações em andamento, além de estar envolvida no funcionamento da memória de trabalho.

A segunda está na superfície medial do cérebro, sendo a parte mais anterior do giro cingulado, o córtex cingulado anterior. Ao que parece, ela se encarrega das atividades de auto monitoramento e correção de erros, estando envolvida, também, na atenção.

A terceira região fica logo acima da órbita, sendo, portanto, conhecida como córtex orbitofrontal. Ela se encarrega da avaliação de riscos envolvidos nas ações e pode inibir respostas inapropriadas.

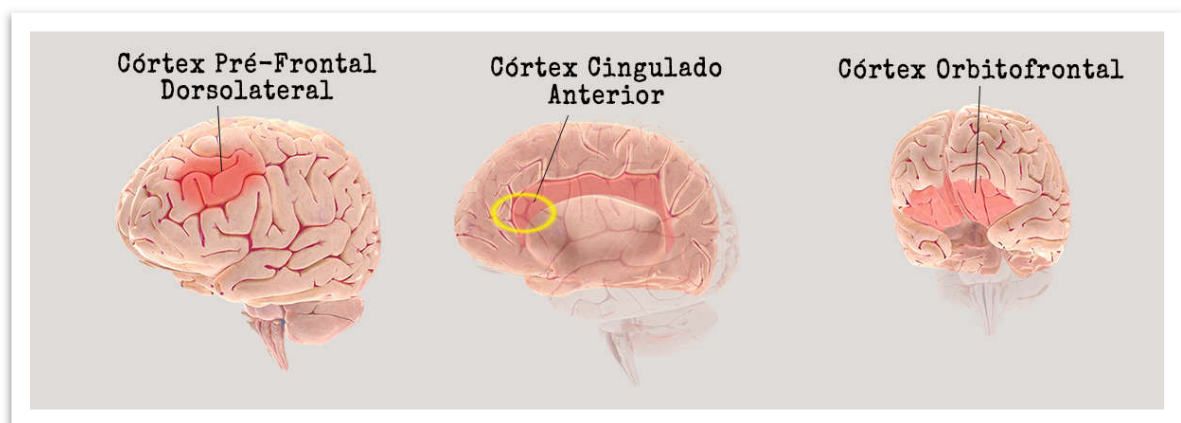
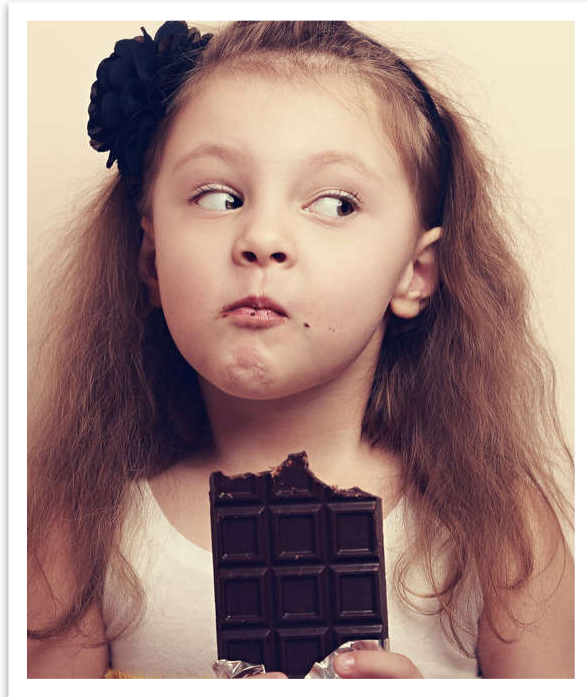


Figura 6.8 – Regiões envolvidas nas Funções Executivas - (Fonte: <http://www.brainfacts.org/3d-brain> - © Society for Neuroscience - Editada)

Assim como a inteligência, as funções executivas, também podem ser consideradas um conceito “guarda-chuva”, sendo amplo e abrigando diversas competências.

Porém, diferente da inteligência, ainda não existe um modelo teórico, majoritariamente aceito, que explique quais são todas as essas habilidades. Usualmente elas são divididas em 3 principais componentes:

**Inibição (ou controle inibitório):** é a capacidade de controlar impulsos, emoções ou respostas automáticas inapropriadas à situação. Ela envolve os processos de atenção e o pensamento, pois para responder de acordo com a situação, precisamos estar atentos ao contexto, ignorar estímulos internos e externos que sejam irrelevantes para aquele momento e pensar antes de emitir uma resposta (Figura 6.9).



Como se pode ver, a inibição está diretamente relacionada com disciplina, habilidades sociais e com se comportar de forma adaptativa.

Acredita-se que a capacidade de inibição começa a se desenvolver por volta dos 12 meses de idade. Porém, só passa a ser mais evidente entre os 3 e 5 anos e atinge seu auge ao final da adolescência.

Sabidamente, a região encefálica que mais demora em se desenvolver plenamente é o córtex pré-frontal, em termos neuroanatomicos, atingindo seu tamanho final por volta dos 17-18 anos.

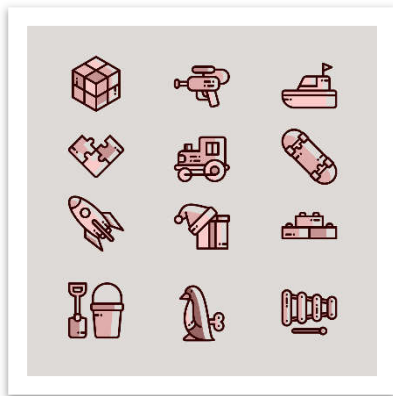
Figura 6.9 – Controle Inibitório - (Fonte: Anastasia Vish © 123RF.COM)

**Memória de trabalho (ou memória operacional):** é a habilidade de sustentar uma informação “ativa” pelo tempo suficiente para utilizá-la na solução de algum problema, fazer relações de ideias ou ainda integrá-la a outras informações presentes na memória de longo prazo. A memória de trabalho “faz o meio de campo”, ela sustenta a informação para que as outras funções possam acontecer. Por exemplo, imaginar qual posição, possivelmente, fará com que aquele sofá enorme passe pela porta minúscula (manipulação de informação visuoespacial); fazer cálculos matemáticos de cabeça; integrar informações novas, tal como não esquecer o telefone que você conseguiu na festa e não teve onde anotar; ler um texto do início ao fim, sem esquecer o que leu no início; lembrar-se do que iria falar depois de uma distração e por aí vai...

**Flexibilidade:** é a habilidade de mudar o foco atencional, o ponto de vista, as prioridades ou as regras para adaptar-se às demandas do ambiente. É isto o que nos possibilita lidar com situações novas ou mudanças bruscas.

Algumas das outras habilidades que emergem destas 3 principais e são consideradas funções executivas, são:

**Categorização:** é o ato de categorizar, identificando características comuns entre objetos e agrupando com base nessas características (Figura 6.8). Por exemplo, cachorro e cavalo fazem parte da categoria animais de quatro patas.



É um processo natural do ser humano, possivelmente uma vantagem evolutiva, a criação de grupos, permite organizar e simplificar as informações de modo a facilitar o “acesso”, sendo, portanto, uma forma de “otimizar” o desempenho e economizar “energia” cognitiva. Evoluímos de forma a, sempre que possível, economizar “recursos”, somos mestres em “criar atalhos” para acesso imediato às informações.

Figura 6.8 – Categorização - (Fonte: © pngtree.com)

**Planejamento e Solução de problemas:** são as capacidades de estabelecer metas; identificar problemas a serem resolvidos; pensar em alternativas possíveis para alcançar o objetivo; escolher a estratégia mais eficiente, executá-la e monitorar a sua eficácia.

**Tomada de decisões:** é a escolha de uma dentre duas ou mais alternativas. Exigindo análise de custo, benefício e consequências a curto, médio e longo prazo (Figura 6.9).



Figura 6.9 – Tomada de Decisão - (Fonte: Sergey Nivens © 123RF.COM)



**Autorregulação emocional:** é a habilidade da pessoa em reagir de forma proporcional às situações. Controlando a expressão das emoções que o acometem sem deixar dominar-se por ela. Isso requer controle inibitório e uma adequada avaliação do contexto. Ponderando demandas, avaliando a eficiência e pertinência da resposta que será dada.



Figura 6.10 – Autorregulação Emocional - (Fonte: Olesia Bilkei © 123RF.COM)

Como pudemos ver, as funções executivas possuem um papel muito importante em nossas vidas, especialmente na idade adulta, quando, normalmente, aumentam as nossas responsabilidades e desafios. Tamanha é a complexidade destas funções, que elas continuam a se desenvolver mesmo após a segunda década de vida, apesar do córtex pré-frontal atingir seu tamanho final na adolescência, a completa mielinização de suas fibras só o ocorre por volta dos 28-30 anos de idade!

É por isso que é comum vermos jovens cometerem tantos atos inconsequentes. Ainda falta o pleno desenvolvimento de habilidades como, o controle inibitório, a auto regulação emocional, dentre outras. É importante ressaltar que, para que essas habilidades sejam bem desenvolvidas, precisamos da estimulação adequada. Estudos mostram que crianças que, desde bem cedo receberam estimulação para desenvolverem as funções executivas tornaram-se jovens e adultos com melhor saúde mental, comportamento, sociabilidade e desempenho acadêmico e profissional.<sup>2-3-4-5</sup>

Apesar do córtex pré-frontal, aparentemente, ser o “maestro” das funções executivas, estudos indicam que outras regiões encefálicas podem estar envolvidas, incluindo estruturas subcorticais, como os núcleos da base, o tálamo e o cerebelo<sup>6</sup>

## Etapas do desenvolvimento das Funções Executivas

Idade	Marcos do desenvolvimento das funções executivas:
7 - 9 meses	Surgem os primeiros sinais da memória de trabalho e do controle inibitório. Lembrar que objetos não visíveis ainda estão lá (brinquedo escondido embaixo do pano). Aprender a colocar duas ações juntas numa sequência (remover pano e pegar brinquedo).
9 - 11 meses	Executar tarefas simples com até 2 etapas de forma integrada, como olhar para um local e ir até lá. Inibir uma ação ao ver que existe uma barreira impeditiva.
1 - 4 anos	Realizar atividades do dia-a-dia, como: se alimentar, tomar banho, escovar os dentes e se trocar. Inibir alguns comportamentos, ainda de forma irregular. Por exemplo, “não pule daí”, “não coloque a o dedo na tomada”, “não coloque isso na boca”. Manter na memória até 2 regras e agir com base nelas. Por exemplo, separar brinquedos com base em duas cores.
4 - 5 anos	Realizar tarefas de 3 etapas. Por exemplo, “vá até o quarto, pegue seu casaco e coloque na mochila”. Compreender que a aparência nem sempre é igual à realidade. Por exemplo, distinguir uma fruta de mentira de uma real. Flexibilizar regras. Por exemplo, alternar a ordenação de cartões entre formato e cor. Conseguir guardar um doce para comer mais tarde. Organizar o quarto e arrumar a cama, talvez ainda necessite ser lembrado).
6 - 10 anos	Realizar tarefas de múltiplas etapas, que envolvem mais tempo, sem ajuda. Realizar tarefas domésticas por até meia hora, sem perder o foco. Cuidar dos seus pertences quando estão fora de casa. Realizar tarefas escolares mais longas e projetos escolares simples, como leitura e resumo Administrar atividades extracurriculares. Guardar dinheiro para algo desejado e planejar como gastar o dinheiro. Inibir comportamentos inadequados de forma autônoma, sem supervisão.
11 - 14 anos	Realizar tarefas de múltiplas etapas, incluindo responsabilidades diárias. Realizar tarefas domésticas com mais de uma hora de duração. Cuidar dos irmãos ou crianças menores. Utilizar métodos de organização em agenda, computador. Planejar e conduzir projetos de longo prazo. Programar sua rotina. Como, tarefas, atividades, lazer e responsabilidades familiares.
15 - 17 anos	Administrar tarefas diárias e se preparar para provas em tempo hábil. Modular o esforço e a dedicação conforme a demanda. Melhor controle inibitório, flexibilidade e auto regulação emocional. Separar períodos para obrigação e para lazer, fazendo o uso adequado de cada um.

(Adaptado de Arruda, 2014; Miranda, 2014)<sup>7-8</sup>

## Referências

---

- <sup>1</sup> Eysenck, M.; Keane, M. *Psicologia cognitiva: Um manual introdutório*. Porto Alegre. Artmed. 1994
- <sup>2</sup> Prince, M. et al. No health without mental health. *Lancet* 370:859-877. 2007
- <sup>3</sup> Eakin, L. et al. The marital and family functioning of adults with ADHD and their spouses. *J Atten Disord* 8:1-10. 2004
- <sup>4</sup> Dunn, J. R. Health behavior vs the stress of low socioeconomic status and health outcomes. *Jama*. 303:1199-1200. 2010
- <sup>5</sup> Diamond, A.; Lee, K. Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*. 333:959-964. 2011
- <sup>6</sup> Alvarez, J. A.; Emory, E. Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review. *Neuropsychology Review*. 16(1):17-42. 2006
- <sup>7</sup> Miranda, M.; Piza, C.; Freitas, T. *Projeto pela primeira infância: temas em desenvolvimento infantil*. São Paulo. 2014
- <sup>8</sup> Arruda, M. A.; Almeida, M. *Cartilha da Inclusão Escolar. Inclusão Baseada em Evidências Científicas*, Ribeirão Preto e São Pedro. 2014

**CONTINUA...**

# Considerações Finais

Em primeiro lugar, agradeço a todos que chegaram até aqui!

Muito obrigado, pela paciência e confiança!

Percebemos que com o avanço das neurociências, em especial as que envolvem técnicas de neuroimageamento e monitoramento, a cada dia que passa conseguimos “enxergar” com uma maior resolução o que está acontecendo no encéfalo vivo e saudável; ao vivo e “a cores”.

É tentador, portanto, tirarmos conclusões acerca desses achados. Porém é justamente nesses momentos que devemos ser cautelosos e prudentes, para não cairmos em uma armadilha, que adora “capturar” inclusive os pesquisadores, o bom e velho “viés de confirmação”<sup>\*</sup>.

Sem dúvida vivemos tempos nos quais os resultados são gerados em um ritmo como nunca visto. Essa fartura, porém, começa a nos apontar certas sobreposições<sup>1</sup>. Começamos a perceber que processos distintos podem “ativar” áreas encefálicas em comum, ou seja, que estão envolvidas em muitas “operações” diferentes, portanto, cabe cautela, em olhar para o todo e não apenas para o que queremos enxergar.

Devemos estar abertos às novidades. Porém, sempre que possível, buscando enxergar da forma mais ampla possível. Esse é um critério válido para qualquer coisa dessa vida!

No mais, o passeio por esse mundo das “neurocoisas” sempre será muito encantador, surpreendente e sem dúvida um caminho sem volta!

Desejo a todos uma boa caminhada daqui em diante!

---

<sup>\*</sup> Viés de confirmação, é a tendência de interpretar ou pesquisar por informações de maneira a confirmar uma hipótese inicial. Reunindo as informações de forma seletiva, ou interpretando de forma tendenciosa.

## Referências

- 
- <sup>1</sup> Lindquist, K.A.; Wager, T.D.; Kober, H.; Bliss-Moreau, E.; Barrett, L.F. The brain basis of emotion: A meta-analytic review. *Behavioral and Brain Sciences*. 35: 121–43. 2012

# Glossário

## A

**Acetilcolina** – Amina que funciona como um neurotransmissor em muitas sinapses nos sistemas nervosos central e periférico, incluindo a junção neuromuscular.

**Ácido gama-aminobutírico (GABA)** – Aminoácido sintetizado a partir do glutamato; o principal neurotransmissor inibitório no sistema nervoso central.

**Adrenalina** – Catecolamina que funciona como neurotransmissor e como hormônio, sintetizada a partir da noradrenalina; também denominada epinefrina.

**Afasia** – Perda parcial ou completa da capacidade de linguagem.

**Afasia de Broca** – Distúrbio de linguagem no qual uma pessoa tem dificuldade em falar ou repetir palavras, mas pode entender a linguagem; também conhecida como afasia motora ou não fluente.

**Afasia de Wernicke** – Distúrbio de linguagem no qual o discurso é fluente, mas a compreensão é pobre.

**Amígdala** – Núcleo com formato de amêndoa no interior do lobo temporal, acredita estar envolvido com a emoção e certos tipos de aprendizado e memória.

**Ânion** – Íon carregado negativamente.

**Área de Broca** – Região do lobo frontal associada, quando lesionada, com a afasia (motora) de Broca.

**Área de Wernicke** – Região na superfície superior do lobo temporal associada, quando lesionada, com a afasia de Wernicke.

**Astrócito** – Célula glial no encéfalo que dá suporte aos neurônios e regula os meios iônico e químico extracelulares.

**Axônio** – Neurito especializado na condução de impulsos nervosos, ou potenciais de ação.

## B

**Bulbo** – Parte do rombencéfalo caudal à ponte e ao cerebelo. Também chamado de medula oblonga ou medula oblongata.

## C

**Catecolaminas** – Os neurotransmissores dopamina, noradrenalina e adrenalina.

**Cátion** – Íon carregado positivamente.

**Célula de Schwann** – Célula glial que fornece a mielina no sistema nervoso periférico.

**Célula ependimária** – Célula glial que fornece o revestimento do sistema ventricular do encéfalo.

**Cerebelo** – Estrutura derivada do rombencéfalo, ligada ao tronco encefálico na ponte; um importante centro do controle do movimento.

**Cérebro** – A maior parte do prosencéfalo; também denominado telencéfalo.

**Circuito de Papez** – Circuito de estruturas anatômicas interconectando o hipotálamo e o córtex, que Papez propôs ser um sistema para a emoção.

**Colículo superior** – Estrutura no teto do mesencéfalo que recebe aferentes diretos da retina e controla os movimentos sacádicos dos olhos.

**Colinérgico** – Descreve neurônios ou sinapses que produzem e liberam acetilcolina.

**Corpo caloso** – Axônios que conectam o córtex dos dois hemisférios cerebrais.

**Córtex** – Qualquer conjunto de neurônios que formam uma lâmina fina, normalmente na superfície do encéfalo.

**Cortisol** – Hormônio esteroide liberado pela glândula suprarrenal.

**D**

**Dendrito** – Neurito especializado em receber sinais de entrada sinápticos de outros neurônios.

**Dislexia** – Dificuldade de aprender a ler, apesar de inteligência e treino normais.

**Dopa** – Precursor químico da dopamina e de outras catecolaminas

**Dopamina** – Catecolaminas que funciona como neurotransmissor, sintetizada a partir do dopa.

**E**

**Encéfalo** – A parte do sistema nervoso central contida na caixa craniana, consistindo de cérebro, cerebelo, tronco encefálico.

**Eletrencefalograma (EEG)** – Mensuração da atividade elétrica gerada pelo encéfalo.

**Espinhas dendríticas** – Estruturas especializadas, que recebem alguns tipos de aferências sinápticas. Os espinhos se parecem com pequenas bolsas penduradas em torno do dendrito.

**Endorfina** – peptídeos opioides endógenos com efeitos semelhantes àqueles da morfina.

**F**

**Fenda sináptica** – Região separando as membranas pré e pós-sinápticas.

**Fonemas** – O conjunto de sons distintos utilizados em uma língua.

**Falácia mereológica da Neurociência** – É o erro de se atribuir ao cérebro, ou suas partes, predicados que só fazem sentido quando atribuídos ao indivíduo inteiro.

**G**

**GABAérgico** – Descreve neurônios ou sinapses que produzem e liberam ácido gama-aminobutírico.

**Gânglio** – Conjunto de neurônios no sistema nervoso periférico.

**Giro** – Saliência sinuosa situada entre os sulcos do cérebro.

**Glia** – Célula de suporte no sistema nervoso.

**Glutamato** – Aminoácido; o principal neurotransmissor excitatório no sistema nervoso central.

**H**

**Hipocampo** – Em seres humanos, o hipocampo situa-se no lobo temporal e tem um papel especial no aprendizado e na memória e na regulação do eixo hipotálamo-hipófise.

**Hipotálamo** – Parte envolvida no controle do sistema simpático/parassimpático e da glândula hipofisária.

**Histologia** – Estudo microscópico da estrutura dos tecidos.

**Humor** – Estado de duração mais prolongada do que a emoção e o sentimento e não é de caráter reativo como os dois últimos.

**I**

**Ínsula** – Parte do córtex cerebral, também conhecida como córtex insular, situada dentro do sulco lateral, entre os lobos temporal e parietal.

**Íon** – Átomo ou molécula que apresenta uma carga elétrica líquida devido a uma diferença entre o número de elétrons e o número de prótons.

**Interocepção** – Capacidade de reconhecer os estímulos e sensações que nosso corpo nos envia sobre seu status fisiológico e patológico.



**M**

**Micróglia** – Célula que funciona como um fagócito no sistema nervoso para remover fragmentos deixados por neurônios ou glia mortos.

**Mielina** – Envoltório membranoso que envolve axônios.

**N**

**Neocórtex** – O córtex cerebral, com seis ou mais camadas de neurônios, encontrado apenas em mamíferos.

**Neurito** - Fino tubo que se estende a partir do corpo celular neuronal; há dois tipos, axônios e dendritos.

**Neurônio** – A célula de processamento de informação no sistema nervoso; também chamado de célula nervosa.

**Neurônios espelho** – Estão presentes no córtex pré-motor e “disparam” quando observamos ou imitamos as ações de outras pessoas.

**Neurotransmissor** – Substância química que é liberada por um elemento pré-sináptico por estimulação e que ativa receptores pós-sinápticos.

**Noradrenalina** – Neurotransmissor sintetizado a partir da dopamina; também denominado norepinefrina.

**Noradrenérgico** – Neurônios ou sinapses que produzem e liberam noradrenalina.

**Núcleos da base** – Conjunto de núcleos profundos do cérebro com diferentes estruturas e atividades.

**O**

**Ocitocina** – Pequeno hormônio que estimula as contrações uterinas e a ejeção de leite das glândulas mamárias.

**Ouvido absoluto** – Habilidade de identificar os tons musicais.

**P**

**Paleoneurologia** – Ramo da paleontologia consagrado à evolução do sistema nervoso segundo os dados fornecidos pelos fósseis.

**Peptídeos** – sequências de aminoácidos mais curtas do que aquelas que constituem as proteínas.

**Poligênica** – Herança quantitativa ou poligênica é um tipo de herança genética, na qual participam dois ou mais pares de genes independente.

**Processamento de baixo para cima (bottom-up)** – Processamento diretamente influenciado por estímulos do ambiente.

**Processamento de cima para baixo (top-down)** – A atenção é direcionada pelo indivíduo de modo deliberado para algum objeto ou lugar.

**Propriocepção** – A sensação da posição e do movimento do corpo, utilizando sinais sensoriais dos músculos, articulações e pele.

**S**

**Serotonina (5-HT)** – Amina neurotransmissora, 5-hidroxitriptamina.

**Serotoninérgico** – Neurônios ou sinapses que produzem e liberam serotonina.

**Sinapse** – Região de contato onde um neurônio transfere informação para uma outra célula.

**Sistema límbico** – Grupo de estruturas, incluindo aquelas do lobo límbico e do circuito de Papez, que são anatomicamente interconectadas e estão provavelmente envolvidas na emoção, no aprendizado e na memória.

**Sistemas modulatórios difusos** – Sistemas de neurônios do sistema nervoso central que se projetam amplamente e de forma difusa para grandes áreas do encéfalo e utilizam neurotransmissores modulatórios, incluindo a dopamina, a noradrenalina, a serotonina e a acetilcolina.

**Sistema Nervoso Simpático** – Estimula ações que permitem ao organismo responder a situações de estresse, como a reação de lutar ou fuga.

**Sistema Nervoso Visceral** – Parte do sistema nervoso que está relacionada ao controle da vida vegetativa.

**Sistema ventricular** – Os espaços preenchidos com líquido cerebrospinal dentro do encéfalo, consistindo dos ventrículos laterais, o terceiro ventrículo, o aqueduto cerebral e o quarto ventrículo.

**Substância branca** – Termo genérico para designar um conjunto de axônios do sistema nervoso central.

**Substância cinzenta** – Termo genérico para o conjunto de corpos celulares neuronais no sistema nervoso central.

**Substância negra ou nigra** – Um grupo de células no mesencéfalo que utiliza dopamina como neurotransmissor.

**Sulco** – Depressão na superfície do cérebro correndo entre giros vizinhos.

## T

**Tálamo** – Parte dorsal do diencefalo, altamente interconectada com o neocórtex.

**Teleologia** – É o estudo filosófico dos fins, isto é, do propósito, objetivo ou finalidade.

**Terminal axonal** – Região final de um axônio, normalmente um sítio de contato sináptico com outra célula; também chamado de botão terminal ou terminal pré-sináptico.

**Transecção** – Cortes transversais.

**Tronco encefálico** – O mesencéfalo, a ponte e o bulbo. (Alguns anatomistas incluem o diencefalo).

## V

**Vasopressina** – Pequeno hormônio que promove a retenção de água e diminui a produção de urina pelos rins; também denominada hormônio antidiurético (ADH)

**Vesícula sináptica** – Estrutura delimitada por membrana, contendo neurotransmissores e encontrada no local de contato sináptico.

**Viés de confirmação** – Tendência de interpretar ou pesquisar por informações de maneira a confirmar uma hipótese inicial.

# Referências e Sugestões de Leitura

Deixo as referências dos livros que, direta ou indiretamente, contribuíram para a construção desse material e que eventualmente possam não ter sido referenciados antes. Sendo, portanto, uma lista sugerida para eventuais consultas e leitura.

## Referências:

- Bear, Mark F. *Neurociências: desvendando o sistema nervoso*. 4ª Ed. Porto Alegre. Artmed. 2017
- Darwin, C. *The Expression of the Emotions in Man and Animals*. 2ª Ed. New York. Cambridge University Press. 2009
- Brusca R.C.; Brusca G.J. *Invertebrados*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2007.
- Krebs, Claudia. *Neurociências ilustrada*. Porto Alegre. Artmed. 2013
- Eysenck, M.; Keane, M. *Psicologia cognitiva: Um manual introdutório*. Porto Alegre. Artmed. 1994
- Izquierdo, I. *Memória*. 3. ed. Porto Alegre. Artmed. 2018
- Organizadores: Santos, F. H. dos.; Andrade, M. V.; Bueno, O. F. A. *Neuropsicologia hoje*. 2ª Ed. Porto Alegre. Artmed, 2015.
- Dalgalarondo, P. *Evolução do cérebro: sistema nervoso, psicologia e psicopatologia sob a perspectiva evolucionista*. Porto Alegre. Artmed. 2011
- Dalgalarondo, P. *Psicologia e semiologia dos transtornos mentais*. Porto Alegre. Artmed. 2000
- Organizadores: Caixeta, L.; Ferreira, S. *Manual de neuropsicologia: dos princípios à reabilitação*. São Paulo. Atheneu. 2012
- Lent, R. *Cem Bilhões de Neurônios? Conceitos Fundamentais de Neurociências*. 2ª Ed. São Paulo. Atheneu. 2010
- Kandel, Eric R. et al. *Princípio de Neurociências*. 5ª ed. Porto Alegre. Artmed. 2014
- Cosenza, Ramon M.; Guerra, Leonor B. *Neurociência e educação: como o cérebro aprende*. Porto Alegre. Artmed. 2014
- Organizadores: Fuentes, D.; Malloy-Diniz, L. F.; Camargo, C. H. P. de.; Cosenza, R. M. *Neuropsicologia: teoria e prática*. 2ª Ed. Porto Alegre. Artmed. 2014
- Herculano-Houzel, S. *A Vantagem Humana*. São Paulo. CIA das Letras. 2017
- Damásio, A. R. *O Erro de Descartes*. São Paulo. CIA das Letras. 2012

## Referências das imagens:

As imagens utilizadas para compor o material são provenientes dos seguintes bancos de imagens e com edição dos próprios autores, quando necessária:

<https://commons.wikimedia.org>

<https://pngtree.com>

<https://123rf.com>

<https://dreamstime.com>

As imagens utilizadas para construção das representações neuroanatomicas, foram compostas pelos autores utilizando imagens bases que podem ser consultadas e utilizadas gratuitamente no site abaixo, desde que creditadas:

- <http://www.brainfacts.org/3d-brain> - Copyright © Society for Neuroscience

## Referências do glossário:

- Bear, Mark F. *Neurociências: desvendando o sistema nervoso*. 4ª Ed. Porto Alegre. Artmed. 2017
- <https://www.wikipedia.org/>

# Conclusão

Infelizmente chegamos ao final de nossa primeira jornada.

Esperamos, de coração, que tenha chegado até aqui com a mesma sensação que a nossa, de enorme satisfação e ao mesmo tempo uma certa melancolia.

Esperamos que a caminhada daqui para a frente siga suave e prazerosa. Lembrando sempre que o caminho será percorrido em conjunto, estaremos lado a lado e à disposição para crescermos juntos.

Não importa qual o contexto, pensar como comunidade é muito mais proveitoso e construtivo do que seguir sozinho.

Por fim, desejamos profundamente que esses tenham sido apenas os primeiros passos de um longa caminhada!

...Continuem participando em nossos grupos e até a próxima atualização!!!