



# SISTEMA NERVOSO

O sistema nervoso é responsável pelo ajustamento do organismo animal ao ambiente. Sua função é perceber e identificar as condições ambientais externas, bem como as condições internas ao próprio corpo, e elaborar respostas que adaptem o animal a essas condições.

Todo sistema nervoso funciona devido a sua unidade funcional, o **neurônio**. O neurônio é uma célula altamente especializada em receber e transmitir estímulos, que se traduzem numa alteração elétrica que percorre sua membrana – o **impulso nervoso**.

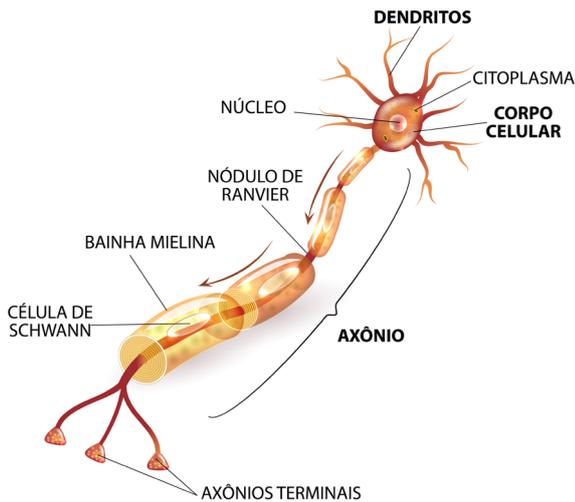
Nos celenterados, os mais simples animais dotados de sistema nervoso, os neurônios se conectam formando uma rede difusa que se espalha por todo o corpo. Em todos os outros animais nota-se uma tendência dos neurônios de se agruparem formando centros nervosos de controle. Esses centros estão ligados aos nervos (prolongamentos de neurônios) que atuam como cabos transmissores de impulsos nervosos.

O sistema nervoso atinge o mais alto grau de desenvolvimento nos vertebrados onde a concentração de neurônios na região da cabeça forma um encéfalo, que está ligado a um cordão nervoso, a medula espinhal.

## NEURÔNIO

Os neurônios são células que possuem uma constituição especial, onde se reconhecem três partes fundamentais:

- ▶ **Corpo celular** – onde se localiza o núcleo e as organelas, além da maior parte do citoplasma.
- ▶ **Dendritos** – prolongamentos curtos e numerosos que rodeiam o centro celular. Geralmente são ramificados, com aspecto de árvore, cuja função é captar os estímulos do meio ambiente ou de outras células e conduzi-los em direção ao corpo celular.
- ▶ **Axônio** – é um prolongamento maior, único por célula, cuja função é transmitir o impulso nervoso para o neurônio vizinho. A porção final do axônio apresenta ramificações que ficam próximas dos dendritos da célula seguinte, formando uma região denominada sinapse. É nessa região que ocorre a transmissão da informação desde os axônios para os músculos, para os corpos celulares ou para os dendritos de outros neurônios ou, ainda, para células glandulares.



Estrutura básica de um neurônio

Sob o ponto de vista funcional os neurônios podem ser de três tipos: **sensoriais**, são aqueles que recebem os estímulos do meio interno e ambiente externo e os levam ao sistema nervoso central; **motores** levam os impulsos aos órgãos efetores como os músculos e glândulas; de **associação**, são os neurônios do sistema nervoso central que fazem conexão entre um neurônio sensorial e um neurônio motor.

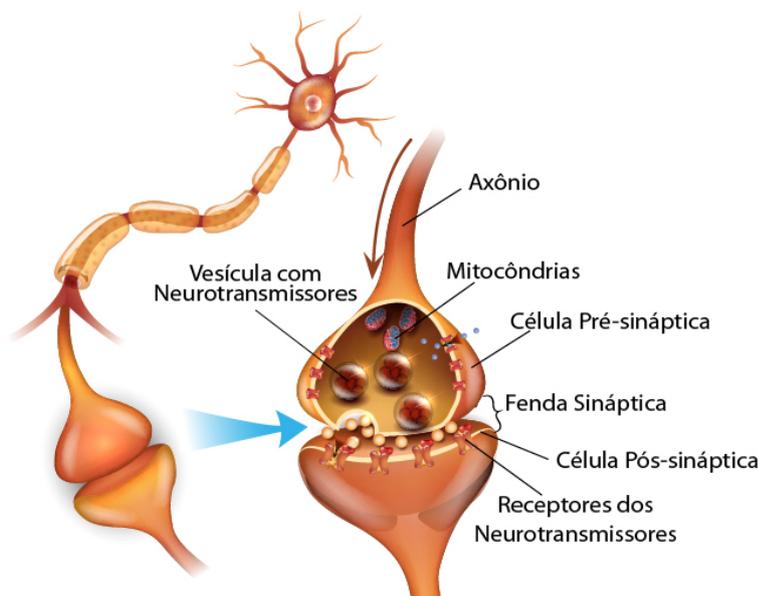
## SINAPSE

A observação detalhada da sinapse, ao microscópio eletrônico, revela um espaço entre os neurônios, a fenda sináptica, onde ocorre liberação de substâncias especiais, os **neurotransmissores**, responsáveis pela passagem do impulso nervoso de um neurônio para outro. Esses neurotransmissores são liberados para a fenda sináptica quando o impulso nervoso atinge a porção final do axônio, ativando receptores localizados nos dendritos da célula seguinte, desencadeando a condução do impulso.

Dessa forma, a sinapse atua como uma válvula fisiológica, pois só permite a transmissão do impulso nervoso numa única direção:

**dendritos → corpo celular → axônio.**

Os principais neurotransmissores são a acetilcolina, a adrenalina, a noradrenalina, a dopamina e a serotonina.



Sinapse nervosa

## Etapas da Sinapse:

- ▶ **Liberação do neurotransmissor:** quando o potencial de ação despolariza o terminal pré-sináptico, ocorre a abertura de canais de cálcio, que entram no terminal pré-sináptico. Os íons cálcio ligam-se à moléculas proteicas na superfície interna da membrana, em locais denominados sítios de liberação. Essa ligação atrai as vesículas que contém o neurotransmissor, que também ligam-se à membrana e abrem-se para o exterior, liberando o neurotransmissor por exocitose. A quantidade de substância transmissora liberada para a fenda sináptica está diretamente relacionada ao número de íons cálcio que entram no terminal.
- ▶ **Ação do neurotransmissor:** a substância transmissora liberada pelo terminal pré-sináptico liga-se às proteínas receptoras do neurônio, causando excitação ou inibição do neurônio pós-sináptico.

## GLIA

No sistema nervoso dos vertebrados não existe tecido conjuntivo de preenchimento; os neurônios são sustentados por células especiais com muitos prolongamentos, cujo conjunto é denominado de **neurógli**a ou **glia**. Além de sustentar, as células da neuroglia também exercem as funções de defesa e nutrição dos neurônios. A glia é formada por vários tipos celulares como os astrócitos, os oligodendrócitos, e as células de Schwann.

A velocidade de propagação do impulso nervoso é garantida pela presença da bainha de mielina que recobre as fibras nervosas. Essa bainha é formada por camadas concêntricas de membrana plasmática de células da glia, principalmente células de Schwann. Entre as células da glia que formam a bainha de mielina, existem espaços, os nódulos de Ranvier, onde a membrana do neurônio fica exposta.

Nas fibras mielinizadas, o impulso tem maior velocidade de propagação porque pula diretamente de um nódulo para outro, ao invés de seguir continuamente ao longo da membrana do neurônio.



## Vício em smartphones provoca alterações cerebrais

Pesquisadores da Coreia do Sul descobriram que jovens viciados em smartphones e internet possuem um desequilíbrio nas atividades cerebrais, relacionado à depressão e ansiedade.



Não é nenhuma novidade que as pessoas, principalmente os jovens, estão cada vez mais viciadas e fechadas em seus smartphones com as redes sociais, informações, jogos e até mesmo, quem sabe, ligações. Uma pesquisa recente revelou que 46% dos jovens americanos são viciados em suas tecnologias portáteis. Preocupados com o tempo que os jovens estão passando na frente da tela do celular, pesquisadores da Universidade da Coreia, na Coreia do Sul, realizaram um estudo com jovens viciados em smartphones e internet, e descobriram que eles apresentam um desequilíbrio nas funções do cérebro.

A pesquisa foi realizada com jovens com idade média de 15 anos, do sexo feminino e masculino, diagnosticados como dependentes em internet e smartphones. Para que comparações fossem estabelecidas, um grupo controle também foi avaliado, com 19 jovens saudáveis e sem vícios, com a mesma faixa etária e gêneros. Os jovens receberam um tipo de terapia cognitiva para viciados em jogos, por 9 semanas, além de responderem questionários a respeito de seus hábitos. Para essa medição, os pesquisadores utilizaram exames de espectroscopia por ressonância magnética. Ao final do exame, quanto maior a pontuação, mais grave seria o vício.

No exame, realizado antes e após a terapia, foram medidos os níveis de um neurotransmissor que inibe ou retarda os sinais cerebrais, tornando os neurônios eletricamente mais excitados, o ácido gama-aminobutírico ou **GABA**. Outros estudos já haviam demonstrado que o GABA está envolvido no controle motor e na regulação de diferentes funções cerebrais, incluindo a ansiedade.

O resultado mostrou que os jovens viciados apresentaram pontuações significativamente maiores de GABA, do que os jovens saudáveis. Altos índices de GABA fazem com que a pessoa esteja mais propensa à depressão, ansiedade, insônia e impulsividade. Mais estudos são necessários para entender e comprovar a importância clínica do que foi descoberto, mas os pesquisadores acreditam que o aumento do GABA possa ajudar na compreensão e no tratamento de diversos tipos de dependências.

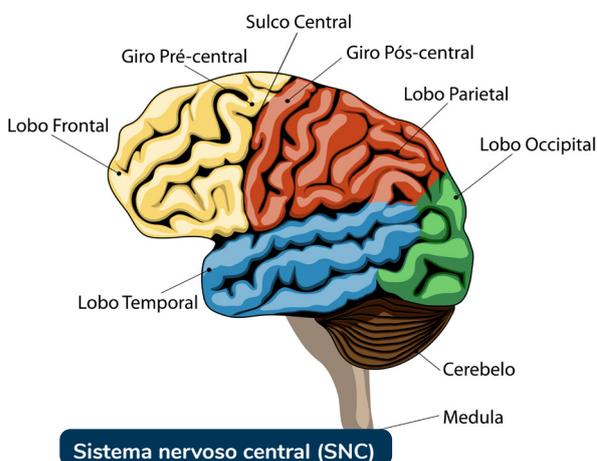
Fonte: Radiological Society of North America.

## SISTEMA NERVOSO HUMANO

Logo a partir do momento da concepção, começa a se desenvolver no ser humano uma “maquinaria” complicadíssima e mais perfeita do que qualquer uma até hoje fabricada. Desde a vida fetal, a programação para a vida toda já está pronta, a fim de coordenar tarefas fundamentais para a sobrevivência e desenvolvimento. É o sistema nervoso que governa o funcionamento dos demais sistemas do organismo.

## Podemos dividi-lo em:

**Sistema Nervoso Central (SNC)** – formado pelo encéfalo (cérebro, cerebelo, hipotálamo, ponte e bulbo) e pela medula raquidiana ou espinhal. É também chamado de sistema nervoso da vida de relação, pois é ele quem controla as funções de relação (órgãos dos sentidos, movimento e fonação).



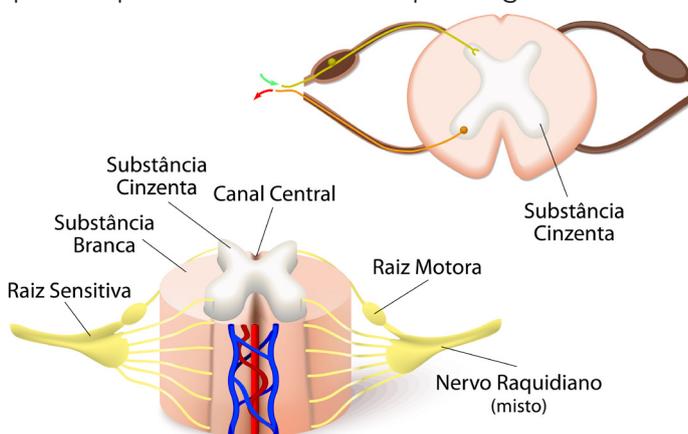
O **cérebro** é a sede da inteligência e da memória, e, no ser humano é onde se encontra a consciência e o controle da linguagem, além de exercer controle motor. Observando-se o cérebro, notamos uma camada mais externa, de coloração cinza, formada pelos corpos celulares dos neurônios, por fibras amielínicas e células da glia. Na região interna, a coloração é branca, devido à presença de fibras mielínicas e células da neuróglia.

O **cerebelo** é a parte do encéfalo responsável pela manutenção do equilíbrio e postura corporal, controle do tônus muscular e dos movimentos voluntários, bem como pela aprendizagem motora.

O **hipotálamo** é o centro de controle da temperatura corporal, do apetite e da osmorregulação; controla as respostas emocionais e sexuais. Nessa região são produzidos e secretados alguns hormônios e é onde ocorre a ligação anatômica e funcional entre o cérebro e a hipófise. O hipotálamo faz parte do sistema límbico, responsável por uma série de emoções e das sensações de prazer.

A **ponte** e o **bulbo** são as partes que fazem a ligação do encéfalo com a medula espinhal. No bulbo estão localizados os centros de controle cardiorespiratório e dos reflexos de salivação, deglutição, vômito, espirro e tosse.

Na **medula espinhal**, as substâncias cinzenta e branca localizam-se em posições invertidas. É uma estrutura formada por corpos de neurônios e prolongamentos de neurônios que têm seus corpos em locais distantes. Assim, a medula é um importante eixo de comunicação do tronco e dos membros com os centros nervosos superiores. Além de conduzir impulsos provenientes do encéfalo ou que para ele se dirigem a medula também funciona como um centro de coordenação autônoma, controlando ações reflexas que independem da nossa vontade e da consciência.

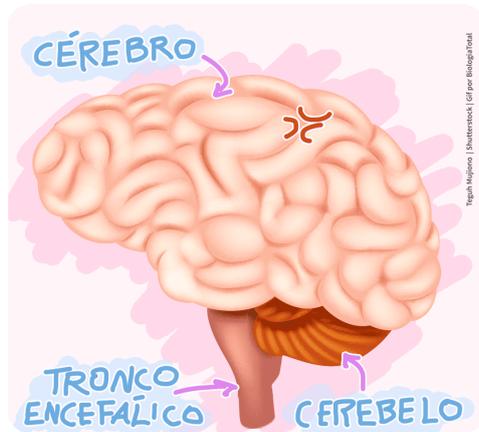


Anatomia da medula espinhal



## Cientistas descobrem uma nova função para o cerebelo

– é uma pequena estrutura encontrada na parte traseira do cérebro. Mas tamanho não é documento e o cerebelo é a prova disso. Embora seu vizinho maior – o cérebro – receba a maior parte das atenções, ele também possui funções importantes.



O cérebro e o cerebelo, juntamente com o tronco encefálico, constituem o encéfalo.

Para se ter uma ideia, apesar de representar apenas cerca de 10% do volume total do encéfalo, ele contém mais de 80% de seus neurônios, que o permite exercer um importante papel na coordenação dos movimentos e do equilíbrio. Sem o cerebelo, você provavelmente não conseguiria colocar as suas mãos nos olhos, por exemplo.

Mas cientistas de Stanford acabam de descobrir uma nova função para esta região: ela também desempenha um importante papel na resposta de recompensa, que é um dos principais impulsos que motivam o comportamento humano. A novidade foi publicada na revista científica Nature.

Resposta de recompensa? Mas o que é isso, Jubilit? Para que você consiga entender, temos um exemplo fácil. Ao comer um chocolate, por exemplo, sinais são enviados para o nosso cérebro, ativando circuitos neurais responsáveis por sensações de prazer, as vias de recompensa – por isso comer chocolate é tão bom!

Voltando à pesquisa, um dos fatos mais interessantes sobre a nova descoberta é que ela acabou acontecendo sem querer. Os cientistas estavam analisando, em tempo real, a atividade de um grupo de neurônios do cerebelo (as células granulares do cerebelo) de camundongos através de uma técnica de fluorescência que faz com que as células sejam iluminadas quando ativas. A ideia era descobrir como o cerebelo controla os músculos em camundongos.

Para que os camundongos se movimentassem, os cientistas ofereceram água com açúcar como recompensa para que eles pressionassem uma alavanca. Como esperado, os neurônios do cerebelo foram iluminados quando os camundongos executaram o movimento de puxar a alavanca. Mas o que surpreendeu os pesquisadores foi que quando os animais estavam esperando pela água com açúcar e quando a recompensa foi retirada, os neurônios também foram iluminados – o que demonstra que algo estava acontecendo lá! Se as células estavam ativas isso significa que elas respondem à recompensa!



Através de uma técnica de fluorescência, pesquisadores da Universidade de Stanford descobriram um novo papel das células granulares do cerebelo, que aparecem em verde na imagem acima.

Até o momento os experimentos só foram realizados em camundongos e, obviamente, precisam ser replicados em humanos. De qualquer forma isso ressalta a complexidade do nosso organismo, especialmente do nosso sistema nervoso, nos mostrando que ainda há muito a ser descoberto!

Fonte: Nature.

## Sistema Nervoso Periférico (SNP)

Formado pelos **nervos cranianos** e **raquidianos**. Os nervos cranianos, em número de 12 pares, partem de vários locais do encéfalo; inervam a região da cabeça e do pescoço e também, por meio do nervo vago, os pulmões, coração, esôfago, estômago e intestinos. Esses nervos podem ser apenas sensoriais, apenas efetores ou mistos.

Os nervos raquidianos são em número de 31 pares, partindo da medula. Apresentam uma raiz dorsal sensitiva e uma raiz ventral motora, que se unem num tronco único, onde os feixes sensitivos e motores correm lado a lado; desta forma, todos os nervos raquidianos são mistos.

Todo o sistema nervoso central está envolvido pelas **meninges**. São três membranas que possuem função de nutrição, além de proteger o sistema contra agentes infecciosos. A meninge mais externa, em contato com as paredes ósseas, é a dura-máter; a intermediária é muito fina e recebe o nome de aracnoide. A mais interna, relaciona-se com os órgãos do sistema nervoso levando até eles nutrientes. É a pia-máter. Entre ela e a aracnoide existe um espaço preenchido pelo **líquor**, importante pra o metabolismo do sistema nervoso central e o protege contra traumatismos.



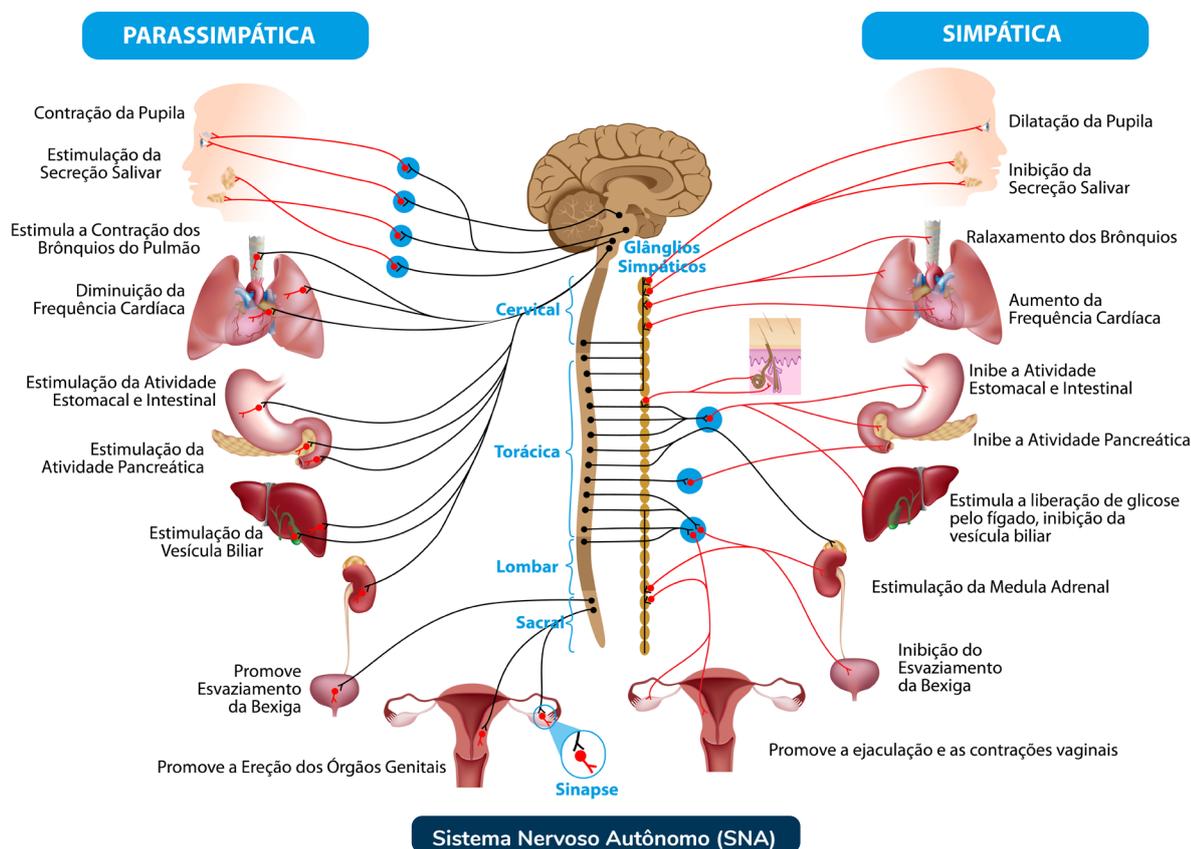


## Sistema Nervoso Autônomo (SNA)

Formado pelo conjunto de **nervos simpático** e **parassimpático**. Do ponto de vista funcional, o sistema nervoso periférico é dividido em duas partes: o sistema nervoso somático que inclui fibras sensoriais e motoras que controlam os músculos esqueléticos e sobre as quais temos controle voluntário e o sistema nervoso autônomo, que funcionam, pelo menos em parte, independentemente da nossa vontade.

Essas fibras controlam os órgãos viscerais e a secreção da maioria das glândulas. Ele também regula o ritmo dos batimentos cardíacos e dos movimentos respiratórios. Os nervos do simpático e do parassimpático trabalham em antagonismo, pois onde um estimula o funcionamento do órgão, o outro inibe ou faz voltar o ritmo normal. Esse efeito está relacionado com o neurotransmissor liberado pelas terminações dos axônios.

O ramo simpático libera noradrenalina e, portanto, seu efeito é geralmente excitatório, enquanto o parassimpático libera acetilcolina, tendo um efeito geralmente inibitório.



## Ato Reflexo:

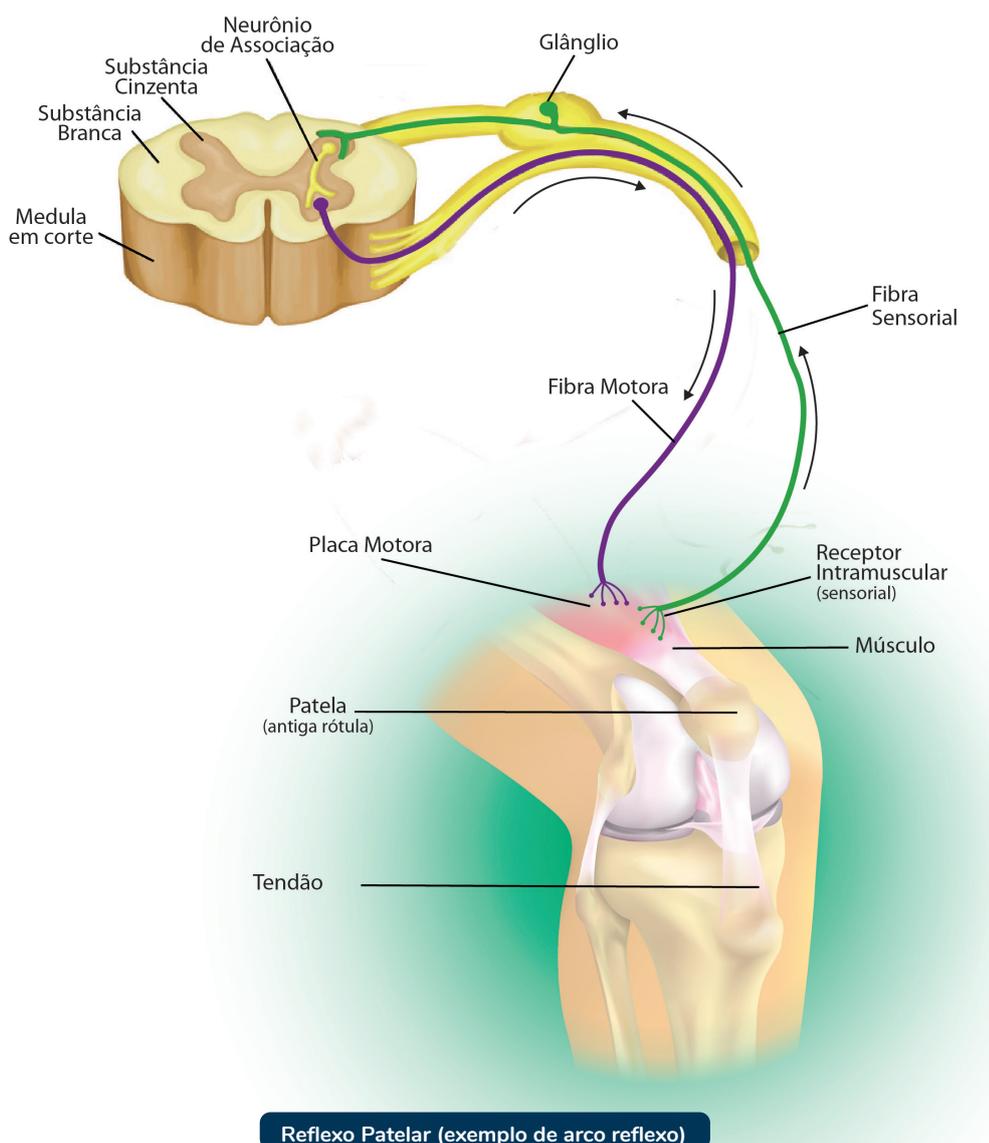
O **ato reflexo** é a reação involuntária rápida, consciente ou não, que visa uma proteção ou adaptação do organismo sendo originado de um estímulo externo antes mesmo do cérebro tomar conhecimento do estímulo periférico, conseqüentemente, antes deste comandar uma resposta. Os atos reflexos são comandados pela substância cinzenta da medula espinhal e do bulbo.

Ocorrendo um estímulo, a **fibra sensitiva** de um nervo raquidiano (nervo aferente ou sensitivo) transmite-o até a medula espinhal passando pela raiz posterior. Na medula ou no encéfalo, neurônios associativos (centro nervoso ou coordenador) transformam o estímulo em uma ordem de ação. Essa ordem sairá da medula pela **raiz anterior** e será enviada através das **fibra motora** (ou eferente) ao órgão (glândula ou músculo) que realizará uma resposta ao estímulo inicial. Esse movimento forma uma arco, que é chamado de **arco reflexo**.

Quando há uma lesão grave no encéfalo ou na medula, o indivíduo fica incapaz de ter atos reflexos. É por isso que, quando há uma suspeita de grave lesão neurológica, se faz-se o exame de reflexo pupilar.

Os atos voluntários são comandados pela substância cinzenta do cérebro. Partindo do cérebro, a ordem motora atinge a substância branca da medula, passa para os nervos raquidianos, que atinge o órgão, determinando sua reação.

Enquanto o ato reflexo é comandado pela substância cinzenta da medula e são realizados antes que o cérebro tome conhecimentos deles.





## Quais os efeitos do consumo de álcool no Sistema Nervoso?

Férias de verão, praia, churrasquinho na piscina, *happy hour* com os amigos... Nesta época do ano não faltam pretextos para tomar uma com os amigos... Mas você já parou pra pensar nas consequências **imediatas e crônicas** do consumo de **bebidas alcoólicas**?

Os principais efeitos do consumo de álcool são resultantes de alterações no **sistema nervoso**, especialmente no cérebro. O álcool é classificado como uma droga sedativa, e atua como um depressivo do **sistema nervoso central** quando consumido em altas doses. Dentre os efeitos mais conhecidos e facilmente observáveis, podemos citar as mudanças emocionais e comportamentais e uma redução na concentração, percepção e memória. A nível morfológico, um alto consumo de bebidas alcoólicas pode resultar em atrofia das células nervosas e redução dos tecidos cerebrais.



O consumo de álcool pode levar a efeitos imediatos e crônicos no sistema nervoso, especialmente no cérebro

Bioquimicamente, porém, os efeitos do álcool são muito mais complexos, envolvendo alterações na liberação e na inibição de diversos neurotransmissores. Imediatamente após o consumo de bebidas alcoólicas, a **dopamina** tem sua produção aumentada, gerando efeitos prazerosos através das vias de recompensas. A liberação de **noradrenalina** e de opioides também contribui para os efeitos animadores do álcool. Outros neurotransmissores, porém,

contribuem para os efeitos depressivos que acometem alguns indivíduos após a bebedeira, dentre eles o **GABA** (ácido gama-aminobutírico), responsável pelos efeitos de sedação e amnésia, e o glutamato, que bloqueia receptores excitatórios. Por fim, a liberação de **serotonina** é responsável pelos efeitos pós-bebedeira, especialmente os enjôos.

O consumo esporádico de bebidas alcoólicas resulta em efeitos imediatos e de curto prazo. O consumo crônico, porém, pode resultar em danos irremediáveis ao sistema nervoso e aos tecidos cerebrais, especialmente a região do cerebelo, responsável pela coordenação. Danos nesta região cerebral podem resultar em instabilidade e dificuldade em caminhar. Mas o álcool também pode resultar em danos aos nervos periféricos, resultando em dores, fraqueza, tontura e redução do tato. Em alguns casos mais raros, o álcool pode resultar ainda em danos a centros específicos do cérebro, levando a perda de funções mentais e ao desenvolvimento de distúrbios do sono e epilepsia.

O desenvolvimento de técnicas bioquímicas e moleculares tem facilitado a descoberta de novas vias nervosas afetadas pelo consumo de álcool, confirmando a hipótese de que as funções cerebrais dependam de um balanço delicado entre neurotransmissores excitatórios e inibitórios, sendo estes alterados a curto e longo prazo pelo consumo de bebidas alcoólicas. Compreender os efeitos do álcool sobre as vias bioquímicas do sistema nervoso pode contribuir para o desenvolvimento de uma futura cura para o alcoolismo crônico. Enquanto isso, a conscientização sobre o consumo saudável destas bebidas ainda parece ser a melhor solução para este problema.

Fontes: Alcohol Advisory Council of New Zealand e Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry.