

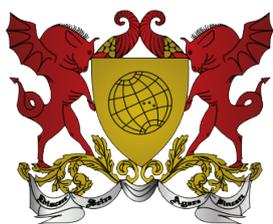


Educação Inclusiva

Módulo 02

Neurociência e Educação

Prof^a. Michelle Nave Valadão



Universidade Federal De Viçosa

Reitor: Demetrius David da Silva
Vice-Reitora: Rejane Nascentes



Coordenadoria de
Educação Aberta e a Distância

**Coordenadoria de Educação
Aberta e a Distância**

Diretor: Francisco de Assis de C. Pinto
Campus Universitário, s/n. CEP:
36570-900 - Viçosa/MG. Telefone: (31)
3612 1251 - e-mail: cead@cead.ufv

Ficha Técnica

Autora:

Michelle Nave Valadão

Identidade Visual:

Ennio Venancio de C. Nascimento e Antônio dos Santos

Layout e Diagramação:

Antônio dos Santos

**Ficha catalográfica elaborada pela Seção de Catalogação e Classificação da
Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa – Campus Viçosa**

V136e Valadão, Michelle Nave, 1979-
2023 Educação inclusiva [recurso eletrônico] : neurociência e
educação / Michelle Nave Valadão -- Viçosa, MG : UFV, CEAD, 2023.
1 apostila eletrônica ([29] p.) : il. color. -- (Educação inclusiva ;
Módulo 02)

Disponível em: <https://portalead.cead.ufv.br>
Bibliografia: p. [29].

1. Educação inclusiva. 2. Educação especial. 3. Neurociência
cognitiva. I. Universidade Federal de Viçosa. Coordenadoria de
Educação Aberta e a Distância. II. Título.

CDD 22. ed. 371.9

Bibliotecária responsável: Alice Regina Pinto Pires CRB-6/2523



Este obra está licenciada com uma Licença

[Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Sumário

01. Neurociência e Educação	página 4
1. Organização morfológica e funcionamento do sistema nervoso.....	página 5
2. O neurônio	página 10
3. A linguagem	página 12
02. Plasticidade Cerebral	página 13
03. Funções mentais envolvidas na aprendizagem ..	página 17
1. Emoção e motivação	página 17
2. Atenção	página 18
3. Memória	página 18
4. Funções executivas	página 20
04. Contribuições da Neurociência para as Dificuldades/ Transtornos de Aprendizagem	página 24
05. Considerações Finais	página 27
06. Referências bibliográficas	página 29

A Neurociência é uma área do conhecimento que estuda o Sistema Nervoso de maneira interdisciplinar, e que envolve as ciências biológicas, médicas, psicológicas e outras áreas relacionadas. Ela busca compreender como o sistema nervoso controla as funções corporais, como a percepção, o movimento, a memória, o comportamento, a cognição e o aprendizado. Também estuda a biologia celular e molecular do sistema nervoso, bem como os efeitos das lesões, doenças e tratamentos.

Recentemente, a Neurociência também tem se relacionado com a área da Educação. Essa aproximação entre Neurociência e Educação ocorre, porque ambas têm como foco a aprendizagem: a educação tem como objetivo promover a aprendizagem dos sujeitos; enquanto a Neurociência estuda o sistema nervoso, que é o sistema funcional do ser humano e dos animais onde a aprendizagem ocorre. Sem essa estrutura biológica, e sem as propriedades funcionais do sistema nervoso, a aprendizagem não pode acontecer, assim como ela também não acontece sem as interações com o ambiente (COSENZA, R.M.; GUERRA, 2011).

Portanto, o sistema nervoso produz a aprendizagem a partir das informações que recebe do ambiente. De maneira simplificada, os estímulos, por exemplo aqueles fornecidos por meio das estratégias pedagógicas que os professores usam em sala de aula, são percebidos pelos órgãos dos sentidos, desencadeando processos que vão levar a uma modificação no sistema nervoso. O foco deste módulo é fazer uma breve explanação sobre esses processos e refletir sobre como os professores, ao compreenderem como o cérebro funciona, podem usar esses conhecimentos para adotar práticas que favoreçam a aprendizagem de seus alunos, especialmente dos alunos que apresentam Necessidades Educacionais Específicas.

No entanto, importa esclarecer que nem todos os conhecimentos estudados pela Neurociência podem ser aplicados no contexto da escola. Isso porque, a aprendizagem envolve questões que vão muito além do entendimento sobre o funcionamento cerebral, já que o indivíduo tem seu desenvolvimento influenciado pelas interações sociais que ele vivencia, pela sua condição econômica, de alimentação e outros fatores que não são estudados pela Neurociência. Nesse sentido, neste módulo, serão apresentadas algumas características do sistema nervoso, sua capacidade de organização e reorganização a partir dos estímulos, as

funções mentais envolvidas na aprendizagem e as contribuições da Neurociência para as dificuldades e os transtornos de aprendizagem.

1. Organização morfológica e funcionamento do sistema nervoso

Iniciamos este capítulo esclarecendo que cérebro não é sinônimo de sistema nervoso. O sistema nervoso é composto pelo **Sistema Nervoso Central** (SNC), que corresponde às estruturas que estão localizadas dentro do esqueleto axial, ou seja, dentro do crânio e da coluna vertebral; e pelo **Sistema Nervoso Periférico** (SNP), estruturas nervosas que estão fora dessas cavidades, distribuídas pelo organismo:

1. O SNP é composto pelos nervos que se ramificam a partir da medula espinhal, pelos gânglios e terminações nervosas. É responsável por levar informações dos órgãos para o cérebro, e por transmitir informações do cérebro para os órgãos. É composto de dois tipos principais de nervos: o motor e o sensitivo. O motor é responsável pela transmissão de impulsos do cérebro para as células musculares e o sensitivo é responsável por transmitir informações dos órgãos internos para o cérebro.
2. O SNC é dividido em duas partes principais: o encéfalo (composto pelo **cérebro**, cerebelo e tronco encefálico) e pela medula espinhal.

O que chamamos de cérebro é essa estrutura que representa mais de 80% do encéfalo, composta pelo telencéfalo (**córtex cerebral** e núcleos da base) e pelo diencefalo. Sua superfície tem uma aparência enrugada e marcada por sulcos e fissuras.

O **córtex cerebral** corresponde a uma fina camada mais externa do cérebro, substância cinzenta, que tem essa coloração por ser fundamentalmente composta por corpos neuronais. A porção mais interna do cérebro, substância branca, é composta prioritariamente por fibras mielinizadas, que adquire essa coloração porque a mielina é composta por substância gordurosa. Ao córtex chegam os impulsos provenientes de todas as vias de sensibilidade, que serão codificados e interpretados para tornarem-se conscientes. Do córtex saem os impulsos nervosos que comandam e iniciam os movimentos voluntários. Também no córtex são processados os fenômenos mentais e psíquicos. Portanto, é a região responsável por processar informações sensoriais, como visão, audição, tato, paladar e olfato, além de desempenhar funções como linguagem, memória e raciocínio. Na imagem 1, representada por um cérebro seccionado, pode-se perceber a diferença de coloração entre a substância branca e a substância cinzenta.

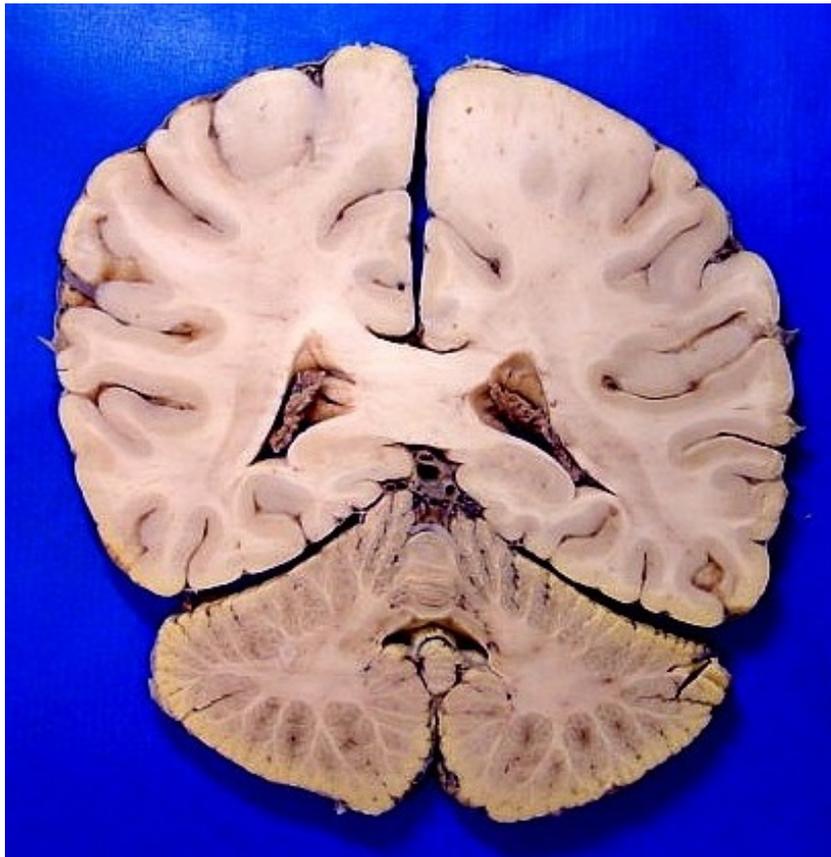


Imagem 1: Corte coronal face anterior do cérebro. Substância branca e substância cinzenta.

Descrição: fotografia colorida com fundo azul de um corte no sentido coronal do cérebro humano no qual podem ser observadas duas cores distintas: uma fina porção acinzentada na camada mais externa; e uma camada interna mais espessa de cor esbranquiçada. **Fim da descrição.**

Fonte: <https://anatpat.unicamp.br/bineucerebrocoronal9.html>

Uma grande fissura divide o cérebro em duas partes, denominadas hemisférios cerebrais direito e esquerdo (imagem 2A). Os nervos do lado esquerdo do corpo cruzam até o hemisfério esquerdo, e os do lado direito até o hemisfério direito. Os dois hemisférios estão conectados por uma estrutura chamada corpo caloso. Cada hemisfério pode ser anatomicamente subdividido em regiões denominadas lobos (frontal, parietal, temporal, occipital e insular), representados na imagem 2C, com exceção do insular, por estar localizado mais internamente.

Além do cérebro, o encéfalo é composto ainda pelo **cerebelo** (córtex cerebelar e núcleos profundos), representado na imagem 2B e pelo **tronco encefálico** (mesencéfalo, ponte e bulbo), imagem 2D. O cerebelo processa informações referentes à coordenação dos movimentos e equilíbrio; enquanto o tronco encefálico conecta o cérebro ao resto do corpo e é responsável por processar informações sensoriais e controlar funções vitais básicas, como: respiração, frequência cardíaca e pressão arterial.

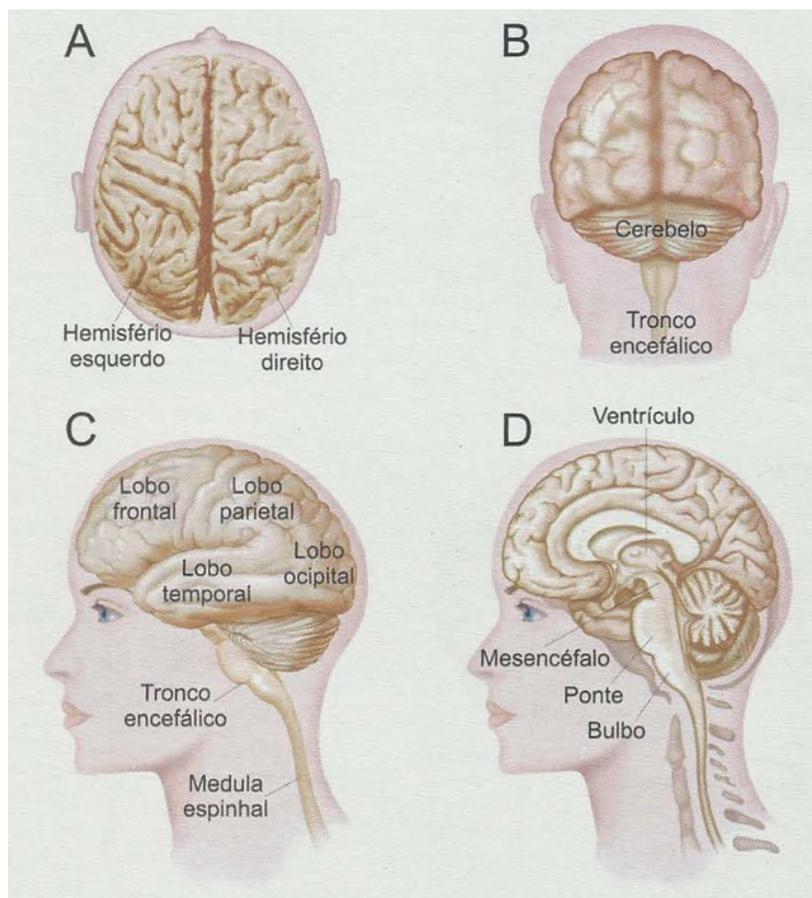


Imagem 2: Os dois hemisférios cerebrais podem ser vistos de cima (A) ou de trás (B). O cerebelo e o tronco encefálico são visualizados por trás (B) ou de lado (C). E quando o encéfalo é dividido ao meio no plano sagital (D), ficam visíveis algumas estruturas internas como os ventrículos e a face medial dos hemisférios cerebrais, e estruturas parcialmente encobertas pelos hemisférios e o cerebelo, como o mesencéfalo, a ponte e o bulbo.

Descrição: A imagem apresenta quatro ilustrações para representar as estruturas do sistema nervoso central denominadas A, B, C, D. A imagem A demonstra no plano axial a face superior externa do cérebro e sua divisão em seus dois hemisférios direito e esquerdo; a imagem B ilustra no plano coronal a face posterior do cérebro, o cerebelo e o tronco cerebral; a imagem C representa no plano sagital a face lateral externa do cérebro com seus respectivos lobos (frontal, parietal, temporal e occipital); e a imagem D corresponde a um corte no plano sagital da parte interna do cérebro, indicando o mesencéfalo, a ponte e o bulbo. **Fim da descrição.**

Fonte: Lent (2010, p. 12).

Do ponto de vista funcional, as diferentes regiões do encéfalo exercem funções especializadas no processamento das mais diversas informações:

1. Lobo Frontal: responsável por processar informações relacionadas ao planejamento, tomada de decisões, raciocínio abstrato, memória de trabalho, aprendizado, linguagem e comportamento.
2. Lobo Parietal: responsável por processar informações sensoriais, como a percepção de tato, visão e som.

Curso de Educação Inclusiva

3. Lobo Temporal: responsável por processar funções relacionadas à memória, linguagem e audição.
4. Lobo Occipital: responsável pelo processamento visual.

Uma importante divisão didática pautada nas funções do córtex cerebral foi proposta pelo neuropsicólogo russo Alexander Luria (1902 – 1977), baseada no grau de relacionamento de determinada área com as funções motoras e sensitivas (imagem 3).

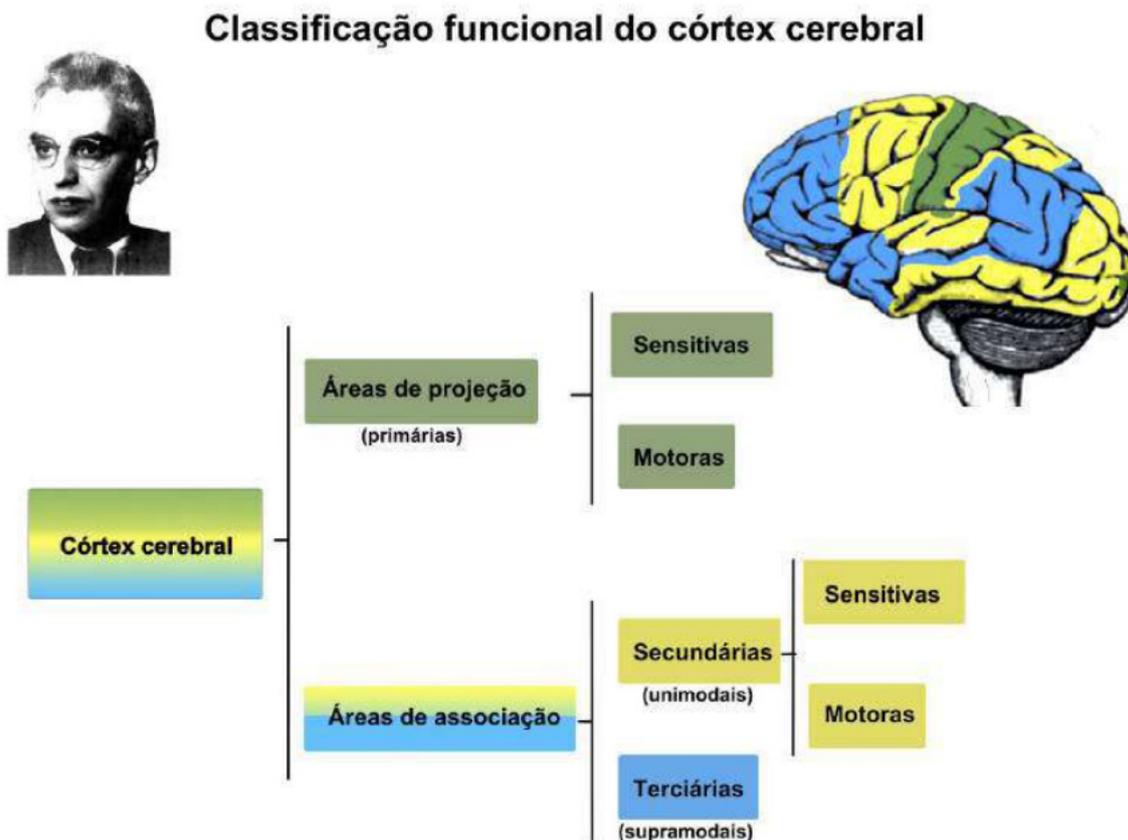


Imagem 3: Divisão funcional do córtex cerebral proposta por Luria baseada no grau de relacionamento de determinada área com as funções motoras e sensitivas.

Descrição: A imagem apresenta a classificação funcional do córtex cerebral. No quadrante superior esquerdo está a fotografia em preto e branco de Alexander Luria. No quadrante superior direito há um desenho esquemático do encéfalo humano com as diferentes áreas corticais coloridas conforme o padrão de cores adotado no esquema de chave disposto na metade inferior da imagem. Verde: áreas primárias; amarelo: áreas secundárias; e azul: áreas terciárias. **Fim da descrição.**

Fonte: Leal, Aguiar e Ramina (2022, p. 29).

Segundo essa divisão, o córtex possui regiões especializadas em processar as informações a partir de áreas funcionais que são classificadas em níveis hierárquicos e crescentes de complexidade (LEAL; AGUIAR; RAMINA, 2022), sendo elas:

- 1. áreas de projeção, processam informações relacionadas à sensibilidade e motricidade:**

- a. áreas sensitivas primárias: áreas somestésica; área visual; área auditiva; área vestibular; área olfatória; área olfativa.
- b. área motora primária.

2. áreas de associação, relacionadas com as funções psíquicas mais complexas:

- a. áreas de associação secundárias sensitivas: área somestésica secundária; área visual secundária; área auditiva secundária.
- b. áreas de associação secundárias motora: área motora suplementar; área pré-motora e área de Broca.
- c. áreas de associação terciárias: área pré-frontal; área temporoparietal; área límbica.

Leal, Aguiar e Ramina (2022, p. 28) usam uma interessante analogia para exemplificar como essas áreas funcionais atuam em uma simples atividade cotidiana:

Ao chegar em casa, o indivíduo coloca a mão no bolso para pegar a chave. O objeto desejado é inicialmente reconhecido pelo tato (área somestésica primária), mesmo sem ser observado. A área somestésica primária emite aferências para a área de associação secundária para correta identificação e interpretação do objeto (comparação do formato do objeto com o conceito de chave previamente conhecido pelo indivíduo). No entanto, após a sensibilidade tátil inicial do objeto, na área sensitiva primária, e o seu reconhecimento, na área sensitiva secundária, é necessário definir o que fazer com a chave pela área de associação terciária (supramodal). Neste momento, o indivíduo vai refletir se está carregando tudo que desejava (terá que se lembrar de não esqueceu algo no carro, por exemplo). Definindo, pela área de associação terciária, que a melhor estratégia é entrar em casa para descansar, é necessário dar início ao plano motor para executar adequadamente o processo de retirar a chave do bolso e abrir a porta. O plano motor, com a sequência de movimentos harmônicos necessários (sequência, amplitude e força), é definido pela área motora secundária e enviado para a área motora primária para a execução final do movimento.

Assim, quando recebemos um estímulo por meio dos nossos órgãos do sentido, esse estímulo é captado por células receptoras especializadas, que o transformam em sinais elétricos, de maneira que esse estímulo possa ser transmitido célula a célula até chegar ao córtex cerebral. Uma vez no córtex, esses sinais elétricos são processados em regiões especializadas, que vão interpretar essas informações e

produzir pensamentos, sentimentos e ações. O cérebro, a partir dessas informações, realiza os mais diversos tipos de tarefas, como criar memórias, recuperar informações, tomar decisões, desenvolver aprendizagem, reconhecer padrões e assim por diante. Importa lembrar que embora as áreas possuam especializações para processar determinadas informações, elas não são compartimentadas nem limitadas, havendo conexões entre as diversas áreas do córtex cerebral.

2. O neurônio

A célula básica do sistema nervoso é o neurônio, responsável por receber, processar e transmitir as informações entre as áreas do cérebro e entre o cérebro e o restante do corpo. São denominados aferentes os neurônios que trazem informações a uma determinada área do sistema nervoso, e eferentes os que levam informações desta área. De maneira geral, o neurônio é constituído pelo corpo celular (onde está o núcleo celular e o citoplasma) e seus prolongamentos, representados pelos dendritos (prolongamentos próximos ao corpo celular) e pelo axônio (prolongamento longo). As informações são recebidas através dos dendritos, processadas na unidade central, o corpo celular, e então transmitidas a outras células por meio de seus axônios. Os neurônios se conectam entre si formando circuitos complexos para processar informações e produzir respostas aos estímulos (LENT, 2010; MACHADO, 2007).

O mecanismo de processamento e transmissão das informações se dá através de impulsos nervosos, que decorrem da alteração da polaridade elétrica da membrana da célula. Esses impulsos são conduzidos ao longo de dendritos e axônios. O axônio pode ser revestido por mielina, que são células auxiliares que envolvem a fibra nervosa, e que favorecem a velocidade do impulso elétrico. Para um impulso elétrico ser transmitido, por exemplo, de um neurônio a outro, ele precisa percorrer o axônio até chegar na sua porção final, onde irá liberar uma substância química, chamada neurotransmissor, estabelecendo a sinapse com a outra célula. O neurotransmissor ativa os receptores químicos do outro neurônio, que por sua vez produzem um impulso elétrico. Esse processo é repetido continuamente, permitindo que os neurônios transmitam as informações (LENT, 2010; MACHADO, 2007).

Portanto, é na sinapse que ocorre o processo de transmissão da informação entre os neurônios no sistema nervoso. Ou seja, na sinapse, dois neurônios se conectam e transmitem os estímulos (que podem ser elétricos ou químicos). O termo sinapse também é usado para se referir às conexões no sistema nervoso entre células nervosas e outros tipos de células, como células musculares e células glandulares. Esse fenômeno ocorre inúmeras vezes possibilitando a realização de todas as atividades vitais. A imagem 3 ilustra uma sinapse química entre dois neurônios.

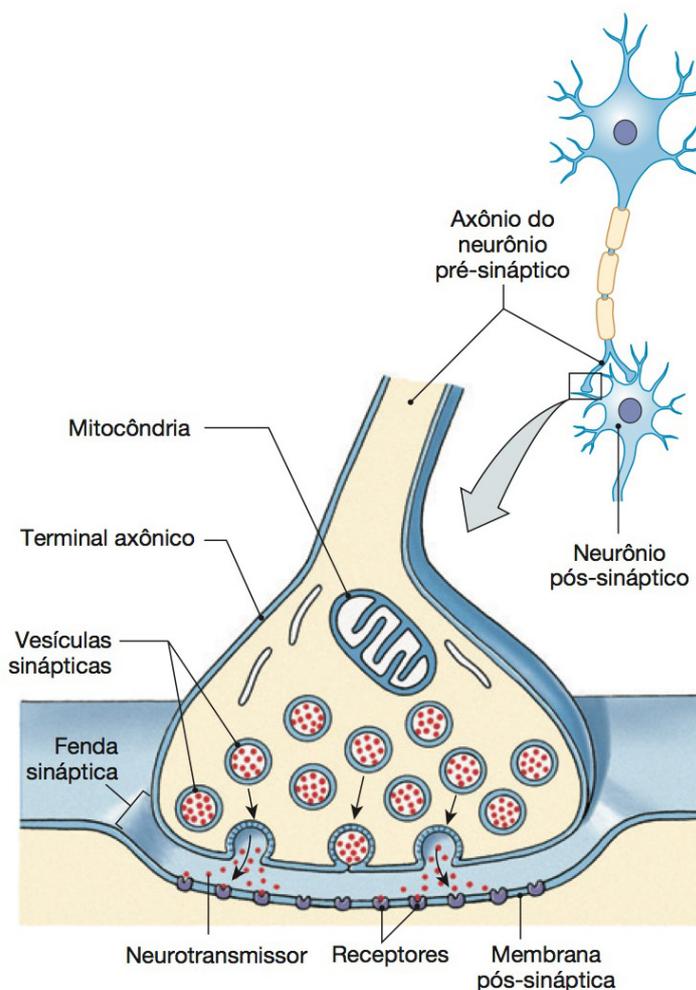


Imagem 3: Sinapse química entre dois neurônios. O terminal axônico contém vesículas sinápticas com os neurotransmissores. A membrana pós-sináptica possui receptores para os neurotransmissores que se difundem através da fenda sináptica.

Descrição: No quadrante superior direito há dois neurônios realizando uma sinapse. Na junção entre o axônio do neurônio pré-sináptico com o dendrito do neurônio pós-sináptico há um pequeno quadrado do qual sai uma seta para uma representação ampliada da sinapse na porção médio inferior da imagem. Nesta representação há o terminal do axônio, contendo vesículas sinápticas com os neurotransmissores. Na porção inferior há um espaço designado fenda sináptica, seguido por uma linha representando a membrana pós-sináptica, com seus receptores capturando os neurotransmissores liberados nesta fenda.
Fim da descrição.

Fonte: <http://arquivobioqui.blogspot.com/2015/11/os-neurotransmissores-sao-mensagem-em.html>

Quando o indivíduo está realizando qualquer atividade, como ler, redigir um texto, resolver uma operação matemática, os neurônios de diferentes regiões do seu cérebro estão sendo ativados e trocando informações por meio das sinapses. Todo comportamento humano é resultado dessa atividade realizada pelo conjunto de células nervosas, ou redes neurais. Importa destacar que nosso cérebro contém cerca de 85 bilhões de neurônios, com infinitas possibilidades de conexões (LENT, 2010)

3. A linguagem

A linguagem é uma função complexa que envolve a participação de diversas áreas corticais. No entanto, há duas importantes áreas no córtex, ambas de associação, com especificidades para o processamento da linguagem: a área de Broca, situada no lobo temporal esquerdo, que está relacionada com a expressão da linguagem; e a área área de Wernicke, situada na junção entre os lóbulos temporal e parietal, também no hemisfério esquerdo, que atua na percepção e compreensão da linguagem (MACHADO, 2007).

O processamento da linguagem começa com a recepção de informações, que podem ser auditivas ou visuais, a partir do ambiente externo. Estas informações são transformadas pelo córtex auditivo ou visual (conforme característica do estímulo), e processadas pelo córtex temporal e parietal (área de Wernicke), que são as regiões responsáveis pela compreensão da linguagem. Os neurônios dessas regiões são responsáveis por decodificar o significado das palavras, juntando fragmentos de informação para formar sentenças. O cérebro também usa a memória para ajudar a compreender e lembrar o significado das palavras. Essas áreas do cérebro ainda se conectam com outras regiões responsáveis pela produção de fala (área de Broca), o que permite que o cérebro processe as informações que irão ser transformadas em comandos motores para a produção das palavras.

Com base nessa breve explanação sobre o Sistema Nervoso Central é possível perceber que todo comportamento humano decorre do funcionamento de circuitos neuronais que vão se estabelecer em áreas com especificidades para desempenhardeterminadas funções. No entanto, apesar das especificidades das áreas, importa reiterar que as funções não são estanques, nem delimitadas em determinadas regiões, podendo o cérebro se moldar para a realização das inúmeras atividades, como veremos no tópico a seguir.



Plasticidade Cerebral

Como já abordado, todo comportamento humano é resultado das atividades do Sistema Nervoso, realizadas pelo conjunto de células nervosas, ou redes neurais, que o constituem. Portanto, o comportamento depende das atividades dos neurônios, das substâncias químicas transmitidas por eles, e das alterações eletroquímicas que ocorrem no cérebro em funcionamento. Toda e qualquer interação vivenciada pelo indivíduo irá ativar redes neuronais em diferentes áreas do Sistema Nervoso, de maneira que as informações advindas dessas interações sejam processadas. Por esse motivo que a compreensão do Sistema Nervoso é tão importante para os educadores, já que ensinar e aprender são funções que dependem do funcionamento do cérebro (Kolb; Whishaw, 2002).

Segundo Cosenza e Guerra (2011), e Amaral e Guerra (2022), todos os comportamentos e toda aquisição de novos conhecimentos e habilidades são resultado de processos que ocorrem no cérebro do indivíduo. Portanto, para os autores, o cérebro é o órgão da aprendizagem, e as estratégias pedagógicas utilizadas por educadores são estímulos que produzem a reorganização do sistema nervoso, resultando em mudanças comportamentais que levam à aprendizagem. Essa capacidade de reorganização, denominada plasticidade cerebral, é de fundamental importância especialmente durante o desenvolvimento das crianças, quando os estímulos ambientais, realizados principalmente por pais e professores, ativam os neurônios levando à formação das sinapses. A qualidade e a frequência de apresentação dos estímulos consolidam essas sinapses, de maneira que as informações são transformadas em memórias, que podem ser recuperadas para a construção dos conhecimentos e das habilidades. Essa intervenção, por meio de estímulos, sobre o sistema nervoso em desenvolvimento atua como agente nas mudanças neurobiológicas que levam ao desenvolvimento, por exemplo, da fala, da coordenação motora, da leitura e escrita, da matemática, entre outras competências (COSENZA, R.M.; GUERRA, 2011; AMARAL; GUERRA, 2022).

Em suma, segundo os autores, a plasticidade cerebral é a capacidade de o cérebro, por meio das sinapses, se estruturar, mudar, reorganizar e se adaptar a partir das mais diversas experiências, tornando-se mais eficaz ao longo do tempo. Assim, para que o aprendizado se consolide, é necessário criar ou reativar os circuitos neurais que figuram o conhecimento, a habilidade ou a atitude que está sendo aprendida. A plasticidade cerebral confere aos seres humanos características

Curso de Educação Inclusiva

que nos diferenciam entre todas as outras espécies. Ela nos permite mudar, evoluir e nos adaptar rapidamente a novas situações e aprender a lidar com elas. Isso significa que quando estamos expostos a um novo estímulo, ou quando estamos adquirindo novas habilidades, o nosso cérebro está se (re)ajustando para se adaptar de forma a ser mais eficaz (COSENZA, R.M.; GUERRA, 2011; AMARAL; GUERRA, 2022). Esse processo é fundamental para a criação de memórias e para a aprendizagem de novas competências. Importa saber que quando esses neurônios são (re)ativados, eles produzem proteínas que serão usadas para construir e recombinar sinapses, e essa produção ocorre durante o sono. Por isso o sono é tão importante para a aprendizagem.

Vale ressaltar que embora essa reorganização ocorra de maneira mais intensa durante o desenvolvimento da criança, ela também permanece ao longo da vida, quando as pessoas aprendem algo novo, desenvolvem novas habilidades ou enfrentam desafios. No entanto, há diferenças na plasticidade entre uma fase e outra do ciclo vital, pois ela é influenciada por diversos mecanismos, como hormônios, vitaminas, entre outros (COSENZA, R.M.; GUERRA, 2011; GUERRA, 2011; AMARAL; GUERRA 2022).

As mudanças químicas que ocorrem durante esses processos também requerem tempo, por isso os estímulos precisam ser frequentemente apresentados, e de maneiras diversificadas até se consolidarem em memórias. Se um circuito neural parar de ser estimulado por um longo tempo, porque a pessoa deixou de praticar uma atividade - por exemplo, de estudar uma língua, de tocar um instrumento musical - os circuitos neuronais que mantinham essas habilidades vão perdendo sua estrutura, até que o indivíduo, gradualmente, esqueça o que não faz uso (COSENZA, R.M.; GUERRA, 2011; AMARAL; GUERRA, 2022).

Para os professores, importa saber que existem várias maneiras de estimular a plasticidade cerebral para a promoção de uma aprendizagem mais efetiva, com base nos princípios da Neurociências. Uma das estratégias de maior significado é proporcionar o aumento do contato dos estudantes com as informações. Como abordado, a aprendizagem não acontece da noite para o dia, e quando uma nova informação é apresentada, os neurônios vão processar essa informação criando sinapses. Mas é somente com a reativação dessas sinapses que a aprendizagem vai acontecer, e para isso é necessário que os estímulos sejam apresentados diversas vezes (AMARAL; GUERRA, 2018). Nesse caso, estratégias de revisões, por exemplo, são fundamentais. A seguir, são elencados os “12 princípios da Neurociências para uma aprendizagem mais efetiva”, propostos por AMARAL; GUERRA (2022, p. 91-93), que podem auxiliar os professores:

1. A aprendizagem modifica o cérebro:

Quem ensina, muda o cérebro do outro. Estratégias pedagógicas são estímulos que levam à reorganização de conexões cerebrais, produzindo conhecimentos, habilidades e atitudes.

2. A forma como cada um aprende é única:

Cada cérebro é diferente do outro por razões genéticas e pelas mudanças que as interações vividas produziram nele. O professor ensina o mesmo conteúdo para todos, mas o cérebro de cada estudante processa de forma única aquilo que recebe.

3. A interação social favorece a aprendizagem:

A interação social qualificada modifica a atividade cerebral, melhorando a qualidade da comunicação, o foco de atenção, o engajamento, a motivação e a persistência numa determinada situação de aprendizagem, levando a maior eficácia pedagógica.

4. O uso da tecnologia influencia o processamento e o armazenamento das informações:

As novas tecnologias têm favorecido a personalização do ensino, a aprendizagem colaborativa e a autonomia dos estudantes na busca pela informação. Mas, sem orientação adequada, o uso da tecnologia pode levar ao comportamento multitarefa e ao processamento rápido e superficial das informações, comprometendo o aprendizado.

5. A emoção orienta a aprendizagem:

A emoção sinaliza o valor da experiência, promove a constituição de sentido e gera motivação para a aprendizagem. Emoção e cognição são indissociáveis. Sem emoção é impossível construir memórias, realizar pensamentos complexos, tomar decisões significativas e gerenciar interações sociais para aprender.

6. A motivação coloca o cérebro e, ação para a aprendizagem:

O desejo de aprender, a curiosidade, o poder de escolha, o protagonismo e a realização pessoal produzem motivação. Essa motivação influencia áreas cerebrais envolvidas com a tomada de decisão e o planejamento de ações, engajando o estudante no processo de aprendizagem.

7. A atenção é a porta de entrada para a aprendizagem:

Atenção seleciona a informação e é imprescindível para a formação de memórias. Se não prestamos atenção, nosso cérebro não processa a informação e, conseqüentemente, ela não pode ser registrada e aprendida.

8. O cérebro não é multitarefa:

O cérebro não processa adequadamente dois estímulos simultaneamente. O comportamento multitarefa diminui a atenção, compromete a memória de trabalho, leva à perda de foco, dificulta a compreensão da leitura e a capacidade de fazer anotações precisas, comprometendo a aprendizagem.

9. A aprendizagem ativa requer elaboração e tempo para a consolidação na memória:

Estudar às vésperas da prova, acumulando informações sem muita elaboração, resulta em rápido esquecimento. Para uma informação ser registrada de forma mais definitiva no cérebro, ela precisa passar pelos processos de repetição, elaboração, recordação e consolidação. Isso requer tempo e a utilização de metodologias ativas.

10. A autorregulação e a metacognição potencializa a aprendizagem:

A capacidade de monitorar os processos de pensamento, as emoções e os comportamentos é essencial à aprendizagem autorregulada. Direcionar tempo e energia para formas produtivas de estudar e aprender possibilita ao estudante gerenciar o próprio aprendizado de forma independente e proativa, sem a supervisão constante de um professor.

11. Quando o corpo participa, a aprendizagem é mais efetiva:

Movimento e cognição estão fortemente relacionados. Atividades práticas que integram o movimento nas situações de aprendizagem possibilitam ao estudante vivenciar, processar e registrar experiências que mudam o cérebro de forma mais efetiva. Manter os estudantes sentados e passivos não favorece as condições ideais para o aprendizado.

12. A criatividade reorganiza múltiplas conexões cerebrais e exercita o cérebro aprendiz:

A essência da criatividade está em mobilizar a imaginação, fazer novas associações, mesclar conhecimentos e cruzar dados. Ela possibilita aos estudantes irem além da mera repetição de conceitos e fórmulas ao ativar diversas funções mentais e reorganizar múltiplas conexões neurais. (AMARAL; GUERRA, 2022, p. 91-93)



SAIBA MAIS

Para saber mais, acesse o infográfico disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/5c/7b/5c7bfde1-ff0b-409a-a496-ed9c81f2581/12_principios_da_neurociencia_para_uma_aprendizagem_mais_efetiva.pdf. **Fim do Saiba Mais.**



Funções mentais envolvidas na aprendizagem

A partir dessa breve explanação sobre o funcionamento cerebral, apresentaremos neste tópico as principais funções envolvidas na aprendizagem, que são responsáveis por construir as representações mentais das informações ou das experiências vivenciadas (Amaral e Guerra, 2022), sendo elas: emoção, motivação, atenção, memória, funções executivas:

1. Emoção e motivação

As emoções se traduzem na percepção que o cérebro tem acerca das mudanças fisiológicas que ocorrem em resposta às experiências vividas. Elas são responsáveis pela valorização das interações e por influenciarem os comportamentos diante dos desafios e vivências cotidianas. As emoções se manifestam por meio de alterações fisiológicas periféricas, como aumento da frequência cardíaca, expressões faciais e alterações intestinais. Essas mudanças estão associadas à experiência consciente das emoções, que são identificadas como sentimentos: medo, tristeza, alegria, entre outros (COSENZA, R.M.; GUERRA, 2011; GUERRA, 2011; AMARAL; GUERRA 2022).

No sistema nervoso, as emoções são processadas a partir de estruturas do sistema límbico, especialmente a amígdala cerebral e o núcleo acumbente, responsáveis por atribuir valor às interações e influenciar comportamentos. Quando um estímulo é recebido, a amígdala cerebral sinaliza ao organismo se ele é positivo ou negativo para a “sobrevivência do indivíduo”, estimulando os níveis de atenção, percepção e memória necessários para lidar com esse estímulo. Por sua vez, o núcleo acumbente, responsável pelo sistema de recompensa, quando ativado a partir de determinado estímulo, desencadeia sensações de satisfação e prazer (COSENZA, R.M.; GUERRA, 2011; GUERRA, 2011; AMARAL; GUERRA 2022).

Assim, as emoções podem influenciar a regulação cognitiva dos alunos, afetando sua capacidade de planejar, monitorar e ajustar estratégias de aprendizagem. Na perspectiva da Neurociência, a motivação para aprendizagem é impulsionada pela ativação antecipada do sistema de recompensa e pela percepção do indivíduo em sua capacidade de lidar com as tarefas exigidas de modo prazeroso e estimulante. O sistema de recompensa também tem conexões com o córtex pré-frontal, responsável pelo planejamento de estratégias de comportamento, influenciando na motivação para os estudos, por exemplo (COSENZA, R.M.; GUERRA, 2011; GUERRA, 2011; AMARAL; GUERRA 2022).

Portanto, a ativação do sistema de recompensa é crucial para a aprendizagem, promovendo engajamento e dedicação. A partir desse entendimento, torna-se fundamental o papel do professor como encorajador dos estudantes, transformando os possíveis erros em oportunidades de aprendizagem, e criando um ambiente de segurança e empatia. Nesse sentido, o educador deve estar atento às emoções dos aprendizes para promover situações positivas e de bem-estar que motivem a busca pelos conhecimentos mobilizados em sala de aula, favorecendo a aprendizagem.

2. Atenção

O cérebro não consegue processar todas as informações simultaneamente e por isso conta com a função de atenção para selecionar e direcionar as informações relevantes. A atenção é essencial para a formação de memórias e, conseqüentemente, para a aprendizagem. Existem três circuitos neurais de atenção: o sistema ativador reticular ascendente, responsável pela vigília; o circuito orientador, que direciona a atenção voluntariamente para os estímulos relevantes; e o circuito executivo, que mantém a atenção prolongada e inibe distrações (COSENZA, R.M.; GUERRA, 2011; GUERRA, 2011; AMARAL; GUERRA 2022).

A atenção seleciona o que é importante de acordo com as necessidades físicas, cognitivas e emocionais de cada indivíduo, e é mobilizada por situações e assuntos motivadores, apresentando uma forte ligação com a motivação (LENT, 2010). A ativação repetida dos circuitos neurais da atenção é o que produzirá as memórias e possibilitará a aprendizagem.

3. Memória

A memória pode ser definida como a capacidade de armazenar e recuperar informações que possam ser usadas posteriormente (LENT, 2010). Quando somos expostos a algo novo, os estímulos desencadeados por essa experiência proporcionam uma reorganização das conexões entre os neurônios. Essas conexões só são consolidadas se forem importantes para a pessoa, formando assim as memórias, que podem ser de curta e de longa duração. Existem diversas regiões cerebrais envolvidas na formação dos diferentes tipos de memória. Por exemplo, o hipocampo, estrutura localizada no lobo temporal, desempenha um papel fundamental na formação de novas memórias e na consolidação da memória de curto prazo para a memória de longo prazo. Por sua vez, o córtex pré-frontal está relacionado à memória de trabalho e ao processamento de informações relevantes para a realização de tarefas e para a tomada de decisões com base em memórias passadas (COSENZA, R.M.; GUERRA, 2011; GUERRA, 2011; AMARAL; GUERRA 2022).

3.1. Memória de trabalho ou de memória de curta duração

A memória de trabalho envolve memórias de curta duração, que são transitórias e mantêm apenas as informações recentes necessárias para realizar tarefas conscientes por um breve período de tempo. A memória de trabalho está relacionada aos circuitos neurais do córtex pré-frontal e requer atenção repetida para funcionar adequadamente. Embora o cérebro possa processar vários tipos de informações, como sons, imagens, palavras e pensamentos, ele possui capacidade limitada quanto ao número de itens que podem ser mantidos em processamento. Por isso, as informações pouco utilizadas, de maneira geral, não consolidam memórias de longo prazo, sendo descartadas para “fornecer espaço” para as informações que precisam ser efetivamente registradas para serem recuperadas em outros momentos (COSENZA, R.M.; GUERRA, 2011; GUERRA, 2011; AMARAL; GUERRA 2022).

No âmbito educacional, embora essas memórias sejam retidas por breves períodos, elas são importantes, por exemplo, para a compreensão das explicações proferidas em sala de aula e para o gerenciamento das rotinas diárias. No entanto, quando uma informação é fundamental para uma aprendizagem mais duradoura, ela precisa se tornar uma memória de longa duração, o que requer tempo e esforço contínuo para a formação das conexões entre os neurônios. Por esse motivo, quando o estudo ocorre apenas na véspera de uma prova, a informação pode ser processada apenas nos circuitos responsáveis por formar memórias de curta duração, não ativando as sinapses que são necessárias para promover a consolidação do conhecimento em longo prazo (COSENZA, R.M.; GUERRA, 2011; GUERRA, 2011; AMARAL; GUERRA 2022).

3.2. Memória de longa duração

Quando uma informação relevante é filtrada pela atenção e ativada pelos neurônios, ocorre um processo de codificação e essa informação é processada inicialmente pela memória de trabalho, que é de curta duração. De acordo com a relevância e a necessidade dessa informação ser recuperada em outras ocasiões, os circuitos neurais sofrerão alterações que tornarão as sinapses mais eficientes para favorecer sua consolidação em memória de longa duração.

Para que uma informação não seja esquecida rapidamente, são necessários processos de repetição, elaboração e consolidação. A repetição envolve a apresentação e o uso contínuo da informação, enquanto a elaboração está associada à conexão da informação com registros já existentes no cérebro. A memória de longa duração depende tanto da formação de novas sinapses quanto da modificação das sinapses existentes, a fim de o indivíduo conseguir registrar as informações de

maneira mais permanente e criar lembranças duradouras. Esse processo ocorre gradualmente durante os períodos de sono, quando o cérebro reorganiza suas sinapses. A memória é registrada em circuitos neurais distribuídos em diferentes regiões do cérebro, e o hipocampo desempenha um papel fundamental na formação de novas memórias. Existem ainda dois tipos de memória: a memória explícita, que é consciente e envolve fatos e informações que podem ser lembradas conscientemente, e a memória implícita, que é inconsciente e relacionada às habilidades motoras e atividades automatizadas, como dirigir e andar de bicicleta (COSENZA, R.M.; GUERRA, 2011; GUERRA, 2011; AMARAL; GUERRA 2022).

4. Funções executivas

As funções executivas referem-se a um conjunto de funções mentais que permitem o planejamento e a execução de ações desempenhadas cotidianamente para lidar com diferentes situações. Elas apresentam um papel importante na aprendizagem, ajudando os estudantes a direcionar seu comportamento para aprender. Essas funções envolvem a capacidade de concentração, análise de situações, planejamento, resistência às tentações e mudança de estratégias. Também são responsáveis pelo desenvolvimento de comportamentos adequados aos padrões sociais e culturais (COSENZA, R.M.; GUERRA, 2011; GUERRA, 2011; AMARAL; GUERRA 2022).

Essas funções são processadas em diferentes regiões do córtex pré-frontal, que se conectam com outras áreas cerebrais responsáveis por emoções, atenção, memória, planejamento de movimentos e sensações. O córtex pré-frontal organiza o pensamento com base em experiências passadas, emoções, sensações e expectativas futuras, e estabelece estratégias comportamentais para atingir o comportamento ou ação desejada (COSENZA, R.M.; GUERRA, 2011; GUERRA, 2011; AMARAL; GUERRA 2022).

As três funções executivas básicas são: o controle inibitório, a flexibilidade cognitiva e a memória de trabalho. No entanto, a partir delas, outras funções podem ser realizadas, como “o planejamento de comportamentos, a flexibilização de ações e pensamentos, a detecção de erros, a avaliação de riscos envolvidos em determinadas ações, a inibição de respostas inapropriadas, a solução de problemas e a metacognição” (AMARAL; GUERRA 2022, p. 83). Essas funções são essenciais para a autorregulação, que é a capacidade de regular o comportamento de acordo com as demandas cognitivas, emocionais e sociais de uma situação (COSENZA, R.M.; GUERRA, 2011).

O controle inibitório envolve a capacidade de controlar a atenção, as ações, os pensamentos e as emoções para realizar o que for apropriado em determinado

momento (COSENZA, R.M.; GUERRA, 2011; GUERRA, 2011; AMARAL; GUERRA 2022). Por exemplo, permite que o estudante mantenha a disciplina para os estudos e resista à tentação de passar longos períodos em redes sociais. A flexibilidade cognitiva possibilita alterar perspectivas e estratégias, modificando pensamentos e ações, a fim de que os problemas sejam resolvidos de maneira criativa, (COSENZA, R.M.; GUERRA, 2011; GUERRA, 2011; AMARAL; GUERRA 2022).

O desenvolvimento das funções executivas ocorre ao longo da infância, se consolidando durante a adolescência, quando ocorre o pico de desenvolvimento do córtex pré-frontal. Somente nesta fase é que vai ser possível o aprimoramento significativo das funções executivas, incluindo memória de trabalho, resistência às distrações, velocidade de processamento da informação, controle de impulsos e capacidade de introspecção. Esse desenvolvimento permite aos adolescentes estabelecer metas e estratégias próprias, baseadas em motivação e experiência (COSENZA, R.M.; GUERRA, 2011; GUERRA, 2011; AMARAL; GUERRA 2022). Ciente disso, algumas atividades que necessitem de controle inibitório e de flexibilidade cognitiva não devem ser exigidas de crianças, uma vez que essas áreas corticais podem não estar plenamente desenvolvidas para desempenhar tais funções. No entanto, as funções executivas podem ser estimuladas pela família, pela escola e pela comunidade de maneira a favorecer o seu desenvolvimento. Para isso, é fundamental oferecer situações e oportunidades para que as crianças e os adolescentes desenvolvam essas funções, por exemplo, estabelecendo rotinas e incentivando a autorregulação.

Para refletir sobre algumas funções mentais de uma maneira lúdica e descontraída, assista ao filme "Divertida Mente", da Disney PIXAR, representado na imagem 5.



Imagem 5: ilustração do filme "Divertida Mente".

Descrição: Silhueta da protagonista do filme, a menina Riley. Em sua cabeça, aparecem as personagens Alegria, Tristeza, Raiva, Medo e Nojinho. Ainda dentro da silhueta, está escrito o nome do filme "Divertida Mente". **Fim da descrição.**

Fonte: https://disney.fandom.com/pt-br/wiki/Divertida_Mente

Curso de Educação Inclusiva

A história se desenvolve a partir da perspectiva da mente de uma garota, Riley, tendo como protagonistas cinco emoções responsáveis por conduzir sua vida: Alegria, Tristeza, Raiva, Medo e Nojo. Cada emoção possui cor e característica própria para ilustrar suas diferentes personalidades. O filme deixa implícito alguns conceitos neurocientíficos importantes: memória de curta e longa duração, construção da personalidade, questões do inconsciente, formação dos sonhos e a importância das emoções.

Após entendermos as bases do funcionamento cerebral e as principais funções mentais envolvidas nas mais diversas atividades que realizamos, apresentaremos a seguir uma síntese de como o cérebro funciona durante o processo de aprendizagem. Esse processo inicia com o recebimento da informação ou da experiência vivenciada, passa pelo seu processamento e armazenamento, até chegar na utilização e/ou ressignificação do que foi aprendido. Amaral e Guerra (2022, p. 70-72) ilustram esse processo de aprendizagem como um “**Caminho**” no qual diversas funções mentais estão envolvidas e que começa:

nos AMBIENTES ao fornecerem os ESTÍMULOS. Os órgãos dos sentidos captam e processam os estímulos gerados pelas experiências;

A ATENÇÃO filtra os estímulos relevantes, mantendo o foco nas informações e inibindo os estímulos irrelevantes;

A MEMÓRIA DE TRABALHO retém e processa as informações relevantes durante algum tempo;

As FUNÇÕES EXECUTIVAS possibilitam planejar, selecionar, inibir e flexibilizar as ações que levarão aos comportamentos em favor da aprendizagem. O estudante elabora, repete, relembra, recupera informações, reflete sobre elas criando novas ideias;

A SENSACÃO e a PERCEPÇÃO ativam neurônios em áreas cerebrais específicas, de modo que eles sejam interpretados;

Neurônios são ativados em áreas cerebrais que atribuem um SIGNIFICADO aos estímulos;

Áreas relacionadas à MOTIVAÇÃO são influenciadas pelas emoções e colocam o cérebro em ação para a aprendizagem;

Circuitos neurais relacionados às EMOÇÕES são ativados e atribuem um valor afetivo aos estímulos recebidos;

Os estímulos repetidos e elaborados promovem a formação e reorganização das sinapses, ou seja, a NEUROPLASTICIDADE ;

A experiência é consolidada na MEMÓRIA DE LONGA DURAÇÃO, o que leva a uma APRENDIZAGEM mais efetiva (AMARAL; GUERRA, 2022, p. 70-72).

Para conhecer a ilustração dos **Caminhos da Aprendizagem** acesse: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2022/11/infograficos-neurociencia-e-educacao/#como-o-cerebro-aprende%20>

Assim, com base nos conceitos da Neurociência, é possível entender que os conhecimentos trabalhados no cotidiano escolar vão percorrer distintos circuitos neurais no cérebro dos estudantes, e envolver funções mentais que são imprescindíveis para qualquer tipo de aprendizagem. Nesse sentido, a qualidade desses estímulos, bem como a maneira e a frequência na qual eles são apresentados podem favorecer ou não aprendizagem. De modo semelhante, algumas características pessoais dos aprendizes, no que tange ao adequado desenvolvimento dos circuitos neurais e das funções mentais, também podem influenciar no modo como as informações serão consolidadas em memórias de longa duração, bem como recuperadas e ressignificadas para promover a aprendizagem.

Nesse entendimento, refletiremos a seguir sobre as dificuldades de aprendizagem, quando alguns estudantes enfrentam obstáculos persistentes e específicos no processo de aquisição e desenvolvimento de habilidades acadêmicas, como leitura, escrita, matemática, compreensão verbal, raciocínio lógico e organização, que vão interferir no desempenho escolar.



SAIBA MAIS

Para saber mais sobre Neurociência e Educação Acesse:

Rede Nacional de Ciência para Educação: <https://cienciaparaeducacao.org/>

PORVIR - Inovações em Educação: <https://porvir.org/>

No instagram: **@neuroeduca. Fim do Saiba Mais.**



Contribuições da Neurociência para as Dificuldades/Transtornos de Aprendizagem

As dificuldades de aprendizagem referem-se às adversidades que alguns indivíduos podem ter para compreender e processar informações, para descobrir novos conceitos, e para desenvolver novas habilidades. Tais dificuldades podem implicar em problemas com a leitura, a escrita, o raciocínio lógico-matemático, a organização, a linguagem, a fala e a compreensão.

As dificuldades de aprendizagem costumam se manifestar no ambiente escolar devido ao fato desse ambiente ser extremamente rico em estímulos para o desenvolvimento do potencial cognitivo e intelectual dos estudantes. Quando, mesmo em meio a tantos estímulos, algum estudante apresenta problemas relacionados ao desempenho escolar, estes podem ser um sinal de alerta de que esse estudante pode ter alguma condição diferenciada para aprendizagem, cujas causas podem ser ambientais, de saúde ou decorrentes de alguma deficiência ou transtorno (GUERRA, 2018).

Em relação aos estudantes que são público alvo da Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008), ou seja, os alunos com **deficiência**; os alunos com **transtornos globais do desenvolvimento** e os alunos com **altas habilidades e superdotação**, os conhecimentos sobre Neurociência têm contribuído para que os educadores identifiquem os mecanismos subjacentes às possíveis dificuldades de aprendizagem. A partir dessa percepção, é possível, por exemplo, traçar estratégias de intervenção inicialmente direcionadas às funções mentais que precisam ser melhor desenvolvidas antes mesmo de o educador desenvolver o trabalho voltado para a aquisição das habilidades matemáticas, de leitura e escrita, entre outras. Muitas vezes os estímulos devem ter como propósito ativar os diversos circuitos cerebrais envolvidos nas funções como a atenção, a memória, as emoções, e o planejamento.

Estudos que utilizam técnicas de **neuroimagem**¹ demonstram que esse tipo de intervenção leva a mudanças positivas na ativação cerebral, indicando uma reorganização funcional que pode estar relacionada à melhoria dessas habilidades (GABRIELI, 2009; EDEN et al., 2004). Outra perspectiva de aproximação entre os princípios neurocientíficos e a educação tem sido pautada no conceito de neurodiversidade. Esse conceito reconhece e valoriza a diversidade natural existente no funcionamento neurológico e nas características cognitivas dos seres humanos. Ele tem como pressuposto as diferentes formas de funcionamento cerebral, sem

hierarquia de superioridade ou inferioridade. O termo neurodiversidade surgiu como um movimento político em defesa da condição das pessoas dentro do Transtorno do Espectro Autista (TEA) como uma diferença humana a ser respeitada, e não como uma doença a ser tratada (ORTEGA, 2009).

Neuroimagem: São técnicas que permitem visualizar e mapear a estrutura, função e atividade do cérebro humano, fornecendo informações valiosas sobre seu funcionamento de maneira não invasiva. Essas técnicas desempenham um papel fundamental na pesquisa e na prática clínica para a compreensão das bases neurais de funções mentais, doenças neurológicas, transtornos psiquiátricos e do desenvolvimento do cérebro. Exemplo dessas técnicas é a Ressonância Magnética Funcional, que permite visualizar, por meio de mudanças no fluxo sanguíneo, as áreas cerebrais ativadas durante a realização de determinadas tarefas cognitivas. **Fim da definição.**

Atualmente, o termo também tem sido usado para designar outras condições em que o desenvolvimento e o funcionamento do sistema nervoso segue um percurso **atípico**, como na Dislexia, na Discalculia, no Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), entre outros. O movimento da neurodiversidade defende a aceitação, a inclusão e o respeito às diferenças neurocognitivas, promovendo a valorização das habilidades únicas dos indivíduos denominados **neurodivergentes**, em paridade com os considerados **neurotípicos** (aqueles que não apresentam tais condições neurológicas diferenciadas) (GUERRA, 2018).

Em suma, a neurodiversidade considera que os estudantes podem apresentar diferenças no processo de formação das sinapses e das redes neuronais, necessitando, em alguns casos, de estratégias pedagógicas também diferenciadas para que consigam percorrer os **caminhos para a aprendizagem**. Ciente disso, o professor deve estar atento para a necessidade de reforçar algumas etapas desse caminho, bem como de traçar rotas alternativas para que o estudante chegue ao seu destino: a aprendizagem dos conhecimentos. Nesse percurso, as estratégias devem priorizar e valorizar suas diferenças, identificando suas potencialidades e focando no que são capazes de fazer, em vez de se concentrar no que não conseguem realizar ou em seu diagnóstico.

Além das estratégias pedagógicas, segundo Guerra (2018, p. 470):

Citação

[...] são também importantes na mediação da aprendizagem: a) a expectativa do professor em relação às habilidades do aluno; b) a identificação de seus interesses, motivações, objetivos, aspirações, esperanças; c) os materiais e procedimentos utilizados na instrução;

d) o uso de tecnologias assistivas; e) a elaboração de um programa educacional individualizado que possibilite ao aluno aprender as mesmas coisas que os colegas, de forma diferente, propiciada pelas adaptações realizadas pelos professores; f) a organização dos ambientes nas escolas; g) a forma como os estudantes são vistos pelos que o cercam na escola e na família; h) a integração da rede de pessoas que apoiam o crescimento e desenvolvimento do estudante (educadores, profissionais da saúde, assistentes sociais, família, voluntários da escola, colegas), o que é imprescindível para o sucesso das intervenções propostas. (GUERRA, 2018, P. 470). **Fim da citação.**

Portanto, para os professores que atuam com educação inclusiva, os conhecimentos em Neurociência podem contribuir para que as dificuldades de aprendizagem dos estudantes sejam identificadas precocemente e para que sejam implementadas estratégias de apoio e intervenções adequadas. Importa lembrar que nem sempre tais dificuldades estão relacionadas ao funcionamento cerebral do indivíduo, podendo ter uma etiologia multifatorial. Os pais e os educadores precisam estar atentos às características dos estudantes, e encaminhá-los para profissionais especializados, caso necessário. De todo modo, o suporte educacional, a adaptação curricular, as estratégias de ensino diferenciadas e o envolvimento da família e da equipe escolar são essenciais para auxiliar os alunos a alcançar seu pleno potencial acadêmico e para promover sua inclusão e bem-estar.



Considerações Finais

A Neurociência desempenha um papel fundamental para a compreensão dos processos cerebrais subjacentes à aprendizagem, e para o desenvolvimento de estratégias eficazes para a educação, especialmente para a educação inclusiva, foco deste curso. Ao explorar os fundamentos neurobiológicos da aprendizagem e as diferenças individuais do funcionamento cerebral, a Neurociência oferece informações valiosas sobre como adaptar o ambiente educacional e promover a aprendizagem de todos os estudantes, independentemente de suas características e necessidades. Em resumo, algumas maneiras pelas quais a Neurociência pode contribuir para a educação inclusiva:

- 1. Compreensão das diferenças individuais:** A Neurociência ajuda a reconhecer que cada estudante possui um perfil único de funcionamento cerebral. Compreender essas diferenças individuais permite que os educadores personalizem as estratégias de ensino e adaptem o ambiente de aprendizagem para atender às necessidades específicas de cada aluno.
- 2. Identificação precoce de dificuldades de aprendizagem:** Através de exames de Neuroimagem e de Avaliações Neuropsicológicas, a Neurociência contribui para a detecção precoce de dificuldades de aprendizagem. Isso possibilita intervenções precoces e direcionadas, promovendo melhores resultados educacionais.
- 3. Desenvolvimento de estratégias de ensino diferenciadas:** Com base nos conhecimentos neurocientíficos sobre os processos de aprendizagem, os educadores podem implementar estratégias pedagógicas diferenciadas que levem em consideração as necessidades e capacidades individuais dos alunos. Isso inclui o uso de abordagens multissensoriais, práticas de ensino adaptadas, estímulo ao desenvolvimento das funções mentais como memória e atenção.
- 4. Promoção da plasticidade cerebral:** A Neurociência evidencia a capacidade do cérebro de se adaptar e modificar sua estrutura e conexões em resposta à experiência e ao ambiente. Isso significa que a educação inclusiva pode desempenhar um papel crucial na promoção da plasticidade cerebral, oferecendo experiências de aprendizagem enriquecedoras e oportunidades para o desenvolvimento do potencial de cada estudante.

- 5. Apoio ao desenvolvimento socioemocional:** A neurociência também destaca a interconexão entre os processos cognitivos e socioemocionais. Compreender como o cérebro regula as emoções, toma decisões e se engaja em interações sociais auxilia na criação de um ambiente educacional inclusivo que promove o bem-estar sócio-emocional de todos os discentes.

Ao integrar os conhecimentos da Neurociência à prática educacional, os educadores podem desenvolver abordagens mais eficazes e personalizadas, adaptando-se às necessidades individuais de cada aluno e promovendo uma educação inclusiva que valorize a diversidade e maximize o potencial de aprendizagem de todos.

Referências bibliográficas

- AMARAL, A. L. N.; GUERRA, L. B. **Neurociência e educação**: olhando para o futuro da aprendizagem. Brasília: Serviços Social da Indústria/Departamento Nacional, 2022. 290 p.
- Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2022/10/neurociencia-e-educacao-olhando-para-o-futuro-da-aprendizagem/>
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Política Nacional de Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília: MEC/SEESP, 2008.
- COSENZA, R.M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e Educação**: como o cérebro aprende. Porto Alegre: Artmed, 2011. 151p.
- EDEN, G. F. et al. Neural changes following remediation in adult developmental dyslexia. **Neuron**, v. 44, n.3, p. 411-422, 2004.
- GABRIELI, J. D. E. Dyslexia: A new synergy between education and cognitive neuroscience. **Science**, v. 325, n. 5938, p. 280-283, 2009.
- GUERRA, L. B. O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocução**, v. 4, n. 4, p. 3-12, 2011.
- GUERRA, L. B. (2018). “Esse menino é diferente”: neurodiversidade na escola. In: HOFFMANN, C.; CAVALHEIRO, J. C. (Orgs.). **Marcas da singularidade e da diferença**: o que as crianças e os adolescentes nos revelam. São Paulo: Editora Instituto Langage. p. 463-476.
- KOLB, B.; WHISHAW, I. Q. **Neurociência do Comportamento**. São Paulo: Manole, 2002.
- LENT, R. **Cem Bilhões de Neurônios?** Conceitos Fundamentais de Neurociência. 2ª Ed. São Paulo: Ed. Atheneu, 2010. 786p.
- LEAL, A. G. L.; AGUIAR, P. H. P.; RAMINA, R. (Editores). **Tratado de neurologia clínica e cirúrgica**. Ponta Grossa - PR: Atena, 2022. 880p.
- MACHADO, A. B. M. **Neuroanatomia funcional**. 2ª ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2007, 363p.
- ORTEGA, F. Deficiência, autismo e neurodiversidade. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 14, n.1, p. 67-77, 2009.



ceadUFV

Coordenadoria de
Educação Aberta e a Distância