

NEUROBIOLOGIA E DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM: IMPLICAÇÕES PARA PRÁTICAS DE ENSINO PARA ALUNOS COM TEA E DISLEXIA

NEUROBIOLOGY AND LEARNING DIFFICULTIES: IMPLICATIONS FOR TEACHING PRACTICES FOR STUDENTS WITH TEA AND DYSLEXIA

João Paulo de Melo Gonçalves¹
Gisele do Rocio Cordeiro²

Resumo

A aprendizagem é essencial para o desenvolvimento humano, envolvendo processos complexos que variam entre indivíduos. Compreender a neurobiologia da aprendizagem é fundamental, especialmente para educadores que buscam aprimorar práticas de ensino e abordar dificuldades de aprendizagem, como o transtorno do espectro autista e a dislexia. A neurobiologia da aprendizagem estuda os processos cerebrais responsáveis pela aquisição, armazenamento e recuperação de informações, revelando a importância da plasticidade cerebral e da formação de conexões sinápticas para a aprendizagem e memória. Essa compreensão é crucial para identificar e apoiar alunos com dificuldades de aprendizagem, exigindo abordagens educacionais adaptadas. Este estudo visa investigar a relação entre a neurobiologia da aprendizagem e as dificuldades de aprendizagem, focando em como esses conhecimentos podem melhorar as práticas de ensino inclusivas para alunos da Educação Básica no Brasil. A pesquisa se justifica pela relevância de oferecer uma educação acessível e adaptada às necessidades individuais, promovendo equidade educacional e aprimorando o desenvolvimento acadêmico e pessoal dos alunos. Para tal, foram analisadas as bases neurobiológicas da aprendizagem, investigadas as diferenças neurobiológicas associadas às dificuldades de aprendizagem e proporcionadas orientações práticas para educadores. Metodologicamente, o estudo se baseou em revisão bibliográfica e análise de pesquisas existentes, explorando como a neurobiologia pode informar práticas educacionais mais eficazes e inclusivas. Esse enfoque é esperado para fundamentar melhorias nas práticas educacionais, considerando a diversidade neurobiológica dos alunos e contribuindo para um ambiente de aprendizagem mais inclusivo e eficaz.

Palavras-chave: educação inclusiva; transtorno do espectro autista - TEA; dislexia; neurobiologia; aprendizagem.

Abstract

Learning is a fundamental aspect of human development and involves complex processes that vary between individuals. A comprehensive understanding of the neurobiology of learning is essential, particularly for educators seeking to enhance their teaching practices and address learning difficulties such as autism spectrum disorder and dyslexia. The neurobiology of learning studies the brain processes responsible for acquiring, storing, and retrieving information, revealing the significance of brain plasticity and the formation of synaptic connections for learning and memory. This knowledge is crucial for identifying and supporting students with learning difficulties, requiring adapted educational approaches. This study aims to investigate the relationship between the neurobiology of learning and learning difficulties, with a particular focus on how this knowledge can improve inclusive teaching practices for primary school students in Brazil. The research is justified by the relevance of offering accessible education adapted to individual needs, promoting educational equity, and enhancing students' academic and personal development. To this end, the neurobiological bases of learning were analyzed, the neurobiological differences associated with learning difficulties were investigated, and practical guidelines for educators were provided. Methodologically, the study was based on a literature review and analysis of existing research, with the objective of exploring how neurobiology can inform more effective and inclusive educational practices. This approach aimed to support improvements in educational practices, considering the neurobiological diversity of students and contributing to a more inclusive and effective learning environment.

Keywords: inclusive education; autism spectrum disorder - ASD; dyslexia; neurobiology; learning.

¹ Engenheiro da Computação. Especialista em Neuroaprendizagem e Práticas Pedagógicas. Licenciando em Ciências Biológicas no Centro Universitário Internacional (Uninter). E-mail: jpmgonc@outlook.com

² Docente no Centro Universitário Internacional (Uninter). E-mail: gisele.c@uninter.com

1 Introdução

A aprendizagem é um processo fundamental na vida de qualquer ser humano, sendo um componente essencial na aquisição de conhecimento e no desenvolvimento de habilidades. No entanto, a maneira como os indivíduos aprendem e a rapidez com que o fazem podem variar substancialmente. Alguns alunos progredem com facilidade, enquanto outros enfrentam dificuldades significativas em sua jornada de aprendizagem. Compreender as bases neurobiológicas da aprendizagem e suas relações com as dificuldades de aprendizagem é de importância crucial, não apenas para a comunidade científica, mas também para educadores que buscam aprimorar suas práticas de ensino.

A neurobiologia da aprendizagem é uma área de estudo que investiga os processos cerebrais envolvidos na aquisição, armazenamento e recuperação de informações. Através de avanços na pesquisa neurocientífica, existe um grande desenvolvimento na busca pela compreensão cada vez mais profunda de como o cérebro humano é capaz de aprender e adaptar-se ao ambiente. Essa compreensão tem importantes implicações na educação, especialmente quando se trata de alunos que enfrentam dificuldades de aprendizagem (Cosenza; Guerra, 2011, p. 17).

A aprendizagem é um processo complexo que envolve a formação de novas conexões sinápticas entre os neurônios, permitindo a aquisição de novos conhecimentos e habilidades. Em relação a isso, a plasticidade cerebral desempenha um papel fundamental, permitindo que o cérebro se adapte e se reorganize em resposta à experiência. A memória, um componente vital da aprendizagem, envolve a consolidação dessas conexões sinápticas para a retenção a longo prazo de informações.

No entanto, a neurobiologia da aprendizagem não é uniforme em todos os indivíduos. Alguns enfrentam dificuldades de aprendizagem que podem ser atribuídas às diferenças na estrutura ou na função do cérebro. Um exemplo notável é o transtorno do espectro autista (TEA), que afeta a capacidade de concentração e regulação do comportamento. Outro exemplo é a dislexia, que envolve dificuldades na leitura e no processamento fonológico. Esses desafios neurobiológicos podem impactar significativamente o desempenho acadêmico dos alunos e exigem abordagens educacionais adaptadas (Hudson, 2019).

Diante disso, surge o seguinte problema de pesquisa: Como a compreensão da neurobiologia da aprendizagem pode ser aplicada para melhorar as práticas de ensino inclusivas, considerando as dificuldades de aprendizagem, como, por exemplo, o TEA e a dislexia em alunos da educação básica no Brasil?

A pesquisa sobre a neurobiologia da aprendizagem e as dificuldades de aprendizagem reveste-se de grande relevância, pois oferece contribuições significativas para a área de educação e neurociências. Ao compreender as bases neurobiológicas da aprendizagem e suas variações individuais, a pesquisa auxilia na promoção de práticas de ensino inclusivas, mais eficazes e igualitárias. Isso não apenas beneficia a formação dos futuros educadores, enriquecendo seu repertório pedagógico, mas também tem um impacto direto na sociedade, ao possibilitar uma educação mais acessível e adaptada às necessidades individuais dos alunos, fortalecendo a construção do conhecimento e promovendo a equidade educacional.

Além disso, ao abordar questões específicas, como o TEA e a dislexia, esta pesquisa direciona-se para as necessidades da comunidade local, contribuindo para aprimorar as práticas educacionais e, conseqüentemente, o desenvolvimento acadêmico e pessoal de seus alunos (Maia, 2014).

Como objetivo geral deste artigo, tem-se a Investigação da relação entre a neurobiologia da aprendizagem e as dificuldades de aprendizagem, com foco nas implicações para práticas de ensino inclusivas, visando aprimorar a eficácia do processo educacional de alunos da educação básica no Brasil, auxiliando os professores nesse processo.

Para isso, foi necessário analisar, por meio das pesquisas e leituras, as bases neurobiológicas da aprendizagem, com ênfase na plasticidade cerebral, memória e neurotransmissores, a fim de compreender os mecanismos subjacentes à aquisição de conhecimento. Também se fez necessário investigar as diferenças neurobiológicas associadas às dificuldades de aprendizagem, como o TEA e a dislexia, para identificar padrões específicos que possam auxiliar em práticas de ensino inclusivas.

Por fim, mas não menos importante, busca-se proporcionar orientações práticas para educadores, baseadas na compreensão da neurobiologia da aprendizagem, a fim de adaptar suas práticas de ensino, promovendo uma educação mais inclusiva e eficaz para os alunos da educação básica no Brasil.

2 Metodologia

A pesquisa foi conduzida com uma abordagem qualitativa, envolvendo revisão bibliográfica e análise de pesquisas existentes sobre a neurobiologia da aprendizagem e as dificuldades de aprendizagem. Com isso, foram explorados materiais como: artigos científicos, livros e relatórios em bases de dados acadêmicas, bibliotecas e recursos on-line.

No que concerne à revisão bibliográfica, foram analisados, basicamente, estudos relacionados à neurobiologia da aprendizagem, dificuldades de aprendizagem, incluindo TEA e dislexia. Com a coleta de informações, foi possível extrair conceitos-chave, teorias e descobertas desses estudos. Os resultados foram criticamente analisados e sintetizados para identificar tendências, padrões e possíveis lacunas. Foi realizada uma comparação entre estudos para identificar convergências e divergências, contextualizando os resultados nas implicações para práticas de ensino inclusivas.

Com base na revisão da literatura, foram, portanto, desenvolvidas orientações práticas para educadores, destacando abordagens que consideram a diversidade neurobiológica dos alunos, com o objetivo de melhorar as práticas de ensino e promover uma educação mais inclusiva.

3 Revisão bibliográfica/estado da arte

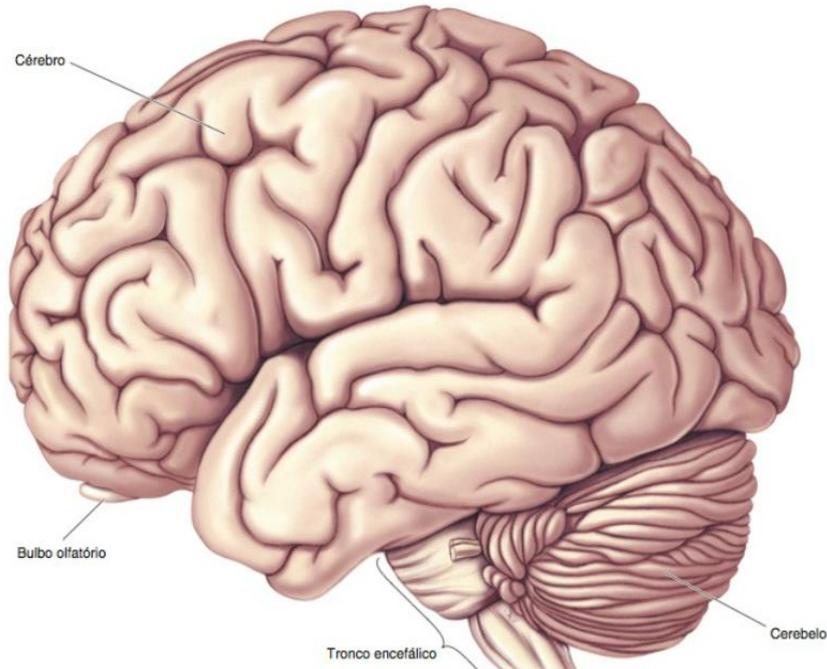
3.1 Neurobiologia da aprendizagem, neuroeducação e neuroplasticidade

Primeiro de tudo, é necessário explorar alguns conceitos básicos sobre como o cérebro aprende, incluindo processos de neuroplasticidade, para compreender a formação, o fortalecimento de sinapses e o papel dos neurotransmissores na aprendizagem de um indivíduo, entendendo-o como um aluno, e, para isso, precisa haver uma certa compreensão a respeito dos fundamentos da neurobiologia da aprendizagem.

Segundo Cosenza e Guerra (2011), a neurociência aplicada à educação, ou neuroeducação, busca integrar esses conhecimentos sobre o funcionamento cerebral com práticas pedagógicas, visando otimizar o processo de ensino-aprendizagem. Assim, ao explorar os fundamentos da neurobiologia da aprendizagem, educadores e pesquisadores podem desenvolver estratégias mais eficazes e inclusivas, capazes de atender às necessidades individuais de cada aluno, incluindo aqueles com dificuldades de aprendizagem, como TEA e dislexia.

Os fundamentos da neurobiologia da aprendizagem constituem uma base crucial para compreender como ocorre o processo educacional a partir da perspectiva do cérebro. Segundo Bear, Connors e Paradiso (2017), o cérebro humano é uma estrutura complexa capaz de realizar ajustes e modificações em resposta às experiências vivenciadas, um fenômeno conhecido como neuroplasticidade. Essa capacidade de adaptação é essencial para a aprendizagem, permitindo que novas conexões sinápticas se formem e se fortaleçam, facilitando a aquisição e a consolidação de novos conhecimentos e habilidades.

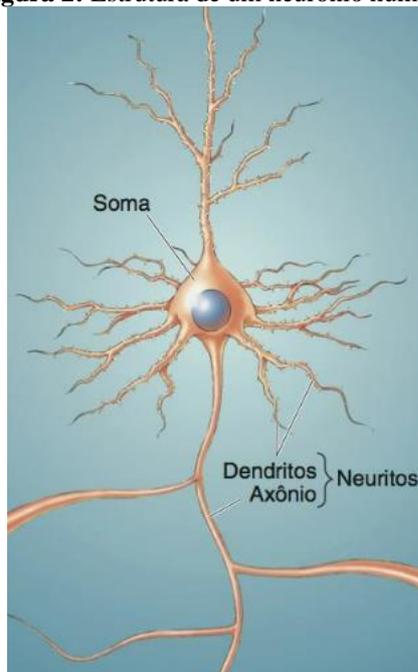
Figura 1: Localização do cérebro em relação ao encéfalo de um ser humano



Fonte: Bear; Connors; Paradiso (2017, p. 121).

A formação e o fortalecimento das sinapses são processos dinâmicos que ocorrem quando aprendemos algo novo. Durante a aprendizagem, certas vias sinápticas se tornam mais eficientes, um processo denominado potenciação de longa duração, ‘fundamental para a memória e a aprendizagem. Essa eficiência aumentada nas sinapses permite uma comunicação mais rápida e eficaz entre os neurônios, consolidando o aprendizado.

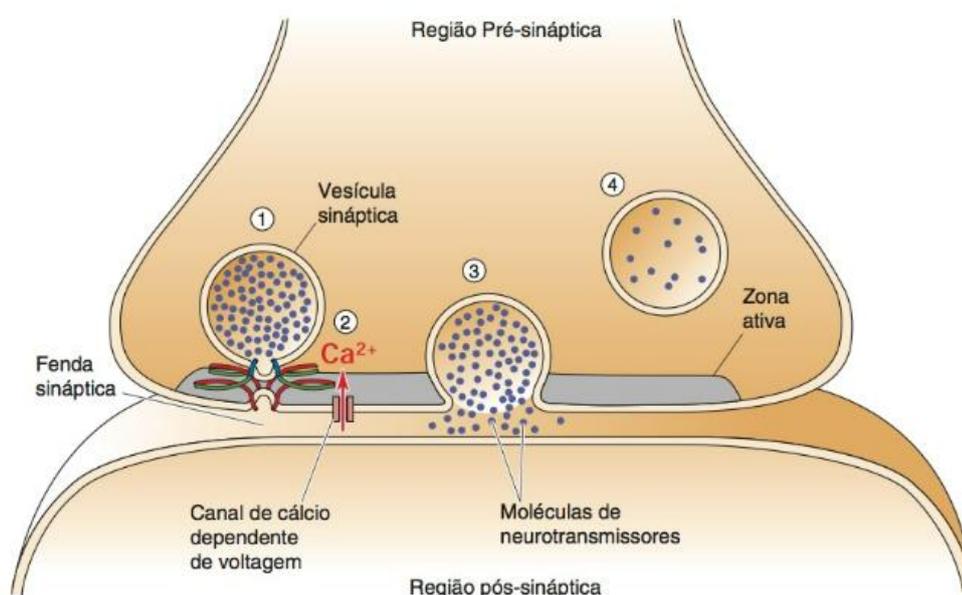
Figura 2: Estrutura de um neurônio humano



Fonte: Bear; Connors; Paradiso (2017, p. 26).

Além disso, os neurotransmissores desempenham um papel vital na modulação desses processos sinápticos. Eles são as moléculas responsáveis pela transmissão de sinais entre os neurônios, influenciando diretamente a maneira como as informações são processadas e armazenadas pelo cérebro. Diferentes neurotransmissores podem facilitar ou inibir a transmissão sináptica e suas ações são cruciais para os mecanismos de aprendizagem e memória. Por exemplo, a dopamina está associada ao reforço e à motivação, aspectos importantes no contexto educacional, pois influenciam diretamente a disposição e o interesse do aluno em aprender.

Figura 3: Visualização de neurotransmissores e sinapse



Fonte: Bear; Connors; Paradiso (2017, p. 123).

Durante o processo de aprendizagem, os neurônios começam um processo de comunicação entre si. Quando um neurônio precisa transmitir informação a outro, ele o faz por meio da fenda sináptica, um espaço microscópico entre eles. Essa transferência de informação é conduzida por impulsos nervosos que, por meio de potenciais de ação, alteram o estado elétrico da membrana do neurônio, alternando entre despolarização e repolarização.

Nesse contexto dinâmico, as vesículas sinápticas se abrem em resposta à entrada de íons cálcio, permitindo que os neurotransmissores, armazenados no terminal axonal, sejam liberados na fenda sináptica. Esses neurotransmissores atravessam o espaço sináptico e se ligam aos receptores específicos localizados nos dendritos do neurônio pós-sináptico. É importante destacar que esse processo é mediado por canais de cálcio dependentes de voltagem, que regulam a liberação dos neurotransmissores em resposta às alterações elétricas.

A eficiência desse processo de comunicação neural não depende apenas da transmissão sináptica em si, mas também de fatores como a velocidade do impulso nervoso, que pode ser aumentada pela presença de bainhas de mielina, e a capacidade de formar múltiplas conexões sinápticas simultaneamente. Essa complexa rede de conexões neuronais é fundamental para a plasticidade cerebral, permitindo o fortalecimento ou enfraquecimento de sinapses específicas em resposta à experiência e ao aprendizado.

A longo prazo, a repetição e reforço dessas conexões sinápticas levam à consolidação da aprendizagem e à capacidade de retenção de informações por períodos prolongados. Esse processo, conhecido como potenciação de longa duração, é um dos mecanismos-chave para a formação de memórias e o desenvolvimento de habilidades cognitivas. Portanto, compreender a neurobiologia subjacente à aprendizagem não apenas revela a complexidade do funcionamento cerebral, mas também enfatiza a importância de ambientes de aprendizagem que estimulem a formação e reforço de conexões neurais saudáveis (Cosenza; Guerra, 2011).

Compreender esses processos neurológicos é muito importante para que se possa ter um melhor entendimento a respeito do desenvolvimento de métodos de ensino que respeitem e promovam a capacidade natural de aprendizagem do cérebro.

A neuroplasticidade, conceito amplamente discutido por Rotta, Bridi e Bridi Filho (2018), refere-se à capacidade notável do cérebro de se reorganizar estrutural e funcionalmente em resposta às experiências vivenciadas. Essa característica do sistema nervoso central permite o desenvolvimento de novas conexões neurais e o fortalecimento de redes já existentes, fundamentais para a aprendizagem e a recuperação de funções após lesões cerebrais.

No contexto educacional, a neuroplasticidade oferece uma base científica para a elaboração de estratégias pedagógicas que promovam a aprendizagem efetiva, tanto em alunos com desenvolvimento típico quanto naqueles com dificuldades de aprendizagem. Compreender como o cérebro se adapta e aprende possibilita aos educadores criarem ambientes de aprendizagem que estimulem a formação de novas conexões sinápticas, facilitando assim a aquisição de conhecimentos e habilidades.

Além disso, Cosenza e Guerra (2011) destacam a importância de aplicar os princípios da neuroplasticidade nas práticas educacionais, sugerindo que abordagens pedagógicas que envolvam atividades variadas e desafiadoras podem potencializar a reorganização neural e, conseqüentemente, melhorar a capacidade de aprendizagem dos alunos. Isso implica na necessidade de diversificar métodos de ensino, adaptando-os às necessidades individuais de cada aluno, para promover um ambiente educacional inclusivo e eficaz.

A individualização do ensino, baseada no entendimento das capacidades e limitações de cada estudante, torna-se então uma ferramenta poderosa para explorar ao máximo o potencial da neuroplasticidade. Assim, a educação, guiada por conhecimentos em neurociência, pode se tornar mais flexível, responsiva e, sobretudo, capaz de atender de maneira eficiente às demandas de todos os alunos, incluindo aqueles com TEA e dislexia, respeitando suas particularidades e favorecendo seu desenvolvimento integral.

3.2 Intervenções multissensoriais, tecnologias assistivas e educação inclusiva

As intervenções multissensoriais são abordagens pedagógicas que envolvem o uso simultâneo de múltiplos sentidos (visão, audição, tato, movimento etc.) para promover a aprendizagem. Essa metodologia é especialmente benéfica para alunos com dificuldades de aprendizagem, como aqueles diagnosticados com Transtorno do Espectro Autista (TEA) e dislexia, pois permite a exploração de diversas vias de processamento da informação, fortalecendo a retenção e compreensão do conteúdo.

Em seu estudo, Hudson (2019) ressalta a importância de estratégias inclusivas que consideram as necessidades individuais de cada aluno, apontando para a eficácia das práticas multissensoriais em envolver estudantes de maneiras que métodos tradicionais muitas vezes não conseguem. Por exemplo, para um aluno com dislexia, o uso de recursos visuais, como gráficos e vídeos, em combinação com atividades táteis, como montagem de palavras com letras de feltro, pode facilitar a compreensão e a memorização.

A tecnologia assistiva, por sua vez, desempenha um papel crucial na educação inclusiva, oferecendo recursos adaptados para atender às necessidades específicas de alunos com TEA e dislexia. Cosenza e Guerra (2011) destacam o potencial das ferramentas digitais para criar ambientes de aprendizagem mais acessíveis e engajadores. *Softwares* de leitura de tela, aplicativos que transformam texto em fala e programas que permitem a personalização do conteúdo de aprendizagem são exemplos de tecnologias assistivas que podem auxiliar alunos disléxicos a superarem dificuldades na leitura e escrita.

Para estudantes com TEA, aplicativos educacionais que utilizam elementos visuais interativos e previsíveis podem ajudar a manter o foco e a participação, além de facilitar a compreensão de conceitos abstratos e trazer uma maior confiança e segurança para o aluno no processo de aprendizagem. Isso ocorre porque a previsibilidade é muito importante para alunos com TEA, já que a estrutura e a rotina proporcionam um ambiente de aprendizagem menos ansioso e mais controlável.

A combinação de intervenções multissensoriais com tecnologia assistiva representa uma abordagem poderosa na educação inclusiva, promovendo não apenas a acessibilidade, mas também a personalização do ensino. Essas estratégias reconhecem e respeitam a diversidade de estilos de aprendizagem e necessidades dos alunos, possibilitando que cada um explore seu potencial máximo.

De acordo com Bear, Connors e Paradiso (2017), os diferentes estímulos sensoriais influenciam no processo de aprendizagem, portanto, as tecnologias, interpretadas como sendo estímulos sensoriais potenciais, podem auxiliar no processo de aprendizagem do aluno. Entender sobre esse processo e essa influência é fundamental para desenvolver métodos de ensino que sejam verdadeiramente eficazes e inclusivos.

Desse modo, as intervenções multissensoriais e a tecnologia assistiva são essenciais para uma educação que busca ser verdadeiramente inclusiva. Ao incorporar essas abordagens em ambientes educacionais, professores e educadores podem oferecer oportunidades mais equitativas de aprendizagem para todos os alunos, independentemente de suas dificuldades específicas.

3.3 Características neurobiológicas do TEA e da dislexia

Pesquisas neurocientíficas têm avançado no entendimento das bases neurobiológicas do TEA, revelando que esse transtorno é caracterizado por diferenças significativas tanto na estrutura quanto na função cerebral. Bear, Connors e Paradiso (2017) discutem como a neurociência tem elucidado aspectos críticos da neuroanatomia e da fisiologia cerebral, contribuindo para o entendimento dos mecanismos subjacentes ao TEA. Alterações na conectividade entre regiões cerebrais, incluindo aquelas relacionadas à percepção sensorial, processamento de informações sociais e comunicação, são evidentes em indivíduos com TEA. Essas diferenças podem influenciar diretamente a maneira como pessoas com TEA aprendem e interagem com o mundo ao seu redor, requerendo abordagens pedagógicas adaptadas às suas necessidades específicas.

Ademais, estudos como os de Geschwind e Levitt (2007) apresentam evidências de que o TEA envolve a desorganização de redes neuronais corticais, o que pode contribuir para as características comportamentais e cognitivas associadas ao transtorno. Essa perspectiva reforça a importância de intervenções educacionais personalizadas que levem em conta a neurodiversidade.

A dislexia, um transtorno específico de aprendizagem relacionado à leitura, é associada a diferenças no processamento fonológico e na maneira como o cérebro processa a linguagem escrita. Shaywitz e Shaywitz (2003) destacam que indivíduos com dislexia frequentemente exibem uma atividade reduzida em áreas cerebrais chave para o processamento da linguagem, como o giro temporal superior esquerdo. Essa característica está diretamente ligada às dificuldades na decodificação de palavras e na fluência de leitura, ressaltando a necessidade de estratégias pedagógicas focadas no reforço das habilidades fonológicas.

O trabalho desenvolvido por Dehaene (2009) amplia o entendimento sobre a dislexia, evidenciando como o cérebro humano aprende a ler e as particularidades enfrentadas por leitores disléxicos. Esse autor enfatiza a plasticidade cerebral e a capacidade do cérebro de se adaptar, sugerindo que intervenções educacionais específicas podem melhorar significativamente a habilidade de leitura em indivíduos disléxicos.

A compreensão das características neurobiológicas do TEA e da dislexia é fundamental para o desenvolvimento de práticas educacionais inclusivas e eficazes. As diferenças estruturais e funcionais no cérebro de indivíduos com esses transtornos demandam uma abordagem pedagógica adaptada, que respeite suas necessidades de aprendizagem únicas.

3.4 Orientações e práticas inclusivas para alunos com TEA

Para alunos com TEA, manter uma estrutura clara e previsível é essencial. A criação de rotinas de aprendizado estruturadas, com horários e atividades previsíveis, é essencial para reduzir a ansiedade e aumentar a sensação de segurança nos alunos com TEA. Essas práticas promovem um ambiente de aprendizado estável, em que os alunos podem prosperar e se desenvolver de maneira mais satisfatória. Utilizar Canva ou Google Slides para criar cronogramas visuais interativos para as aulas pode ajudar os alunos a entenderem a sequência das atividades, preparando-os para transições suaves entre tópicos.

Também podemos citar que o uso de ferramentas visuais é extremamente útil. Na aula de matemática, plataformas como o *Khan Academy*, podem ser usadas para aprofundar conceitos por meio de vídeos, além da prática de tarefas de aplicação de maneira mais interativa. O mesmo ocorre com o *Kahoot* e *WordWall*, que auxilia a criar quizzes e jogos interativos com suporte visual, facilitando a compreensão de conceitos abstratos por meio de uma abordagem lúdica e envolvente.

É importante, também, incluir atividades práticas para melhorar a aprendizagem. Para aulas de biologia, química e física podem ser utilizadas as simulações interativas do *PhET* e

para aulas de matemática plataformas como o *GeoGebra* oferecem uma maneira de explorar conceitos de forma prática e visual. Isso permite aos alunos com TEA experimentar e aprender por meio da exploração direta em um ambiente controlado e com possíveis manipulações e interações do próprio aluno, trazendo mais autonomia.

Integrar os interesses dos alunos nas aulas aumenta o engajamento. Plataformas como o *Kahoot* permitem a personalização de *quizzes* que podem incorporar temas de interesse para tornar problemas de matemática mais atraentes, utilizando, por exemplo, questões temáticas. Outra plataforma que pode ser utilizada para engajar alunos com interesses específicos é o *Quizizz*. Essa plataforma oferece funcionalidades semelhantes ao *Kahoot*, permitindo a criação de *quizzes* personalizados que podem ser jogados em tempo real ou como tarefas de casa. Esses *quizzes* podem ser adaptados para incluir temas de interesse dos alunos, como personagens de desenhos animados, esportes ou ciência, tornando o aprendizado mais familiar ao aluno com TEA.

O *feedback* positivo e o suporte contínuo são importantes para todos os alunos e inclusive alunos com TEA. Plataformas como *Kahoot*, *WordWall* e *Quizizz* permitem o acompanhamento do progresso dos alunos em tempo real, oferecendo oportunidades para *feedback* imediato e positivo, além de adaptar o suporte às necessidades individuais de cada aluno.

3.5 Orientações e práticas inclusivas para alunos com dislexia

Na matemática, utilizar blocos de construção ou manipuláveis para representar conceitos abstratos pode ajudar os alunos a visualizarem problemas matemáticos de forma mais concreta. Para a biologia, modelos físicos de células ou órgãos humanos podem facilitar a compreensão.

Ferramentas como *softwares* de leitura de tela, aplicativos que transformam texto em fala e teclados adaptativos podem ser muito úteis. *Sites* educativos como o *Learning Ally* oferecem uma vasta biblioteca de livros auditivos que podem auxiliar na leitura e compreensão de textos. Podemos citar que o uso do método Fonético de Ensino em aulas de inglês, que combina visão, audição, fala e toque, pode ajudar os alunos a associarem sons a letras e palavras de maneira mais eficaz. Atividades como soletrar palavras usando massinha ou areia também são úteis.

É importante dar aos alunos tempo adicional para ler, escrever e concluir tarefas. As instruções devem ser claras, concisas e, se possível, fornecidas tanto verbalmente quanto por

escrito, para garantir que todos os alunos compreendam o que é esperado deles. Permitir formas alternativas de avaliação, como respostas orais, projetos práticos ou portfólios, em vez de testes escritos tradicionais. Isso pode ajudar a avaliar o entendimento do aluno sem o colocar em desvantagem devido às suas dificuldades de leitura e escrita.

Utilizar programas de leitura estruturada que enfatizam a consciência fonológica, decodificação fonética, fluência, vocabulário e compreensão. Jogos como DysEggxia (um jogo para dispositivos móveis projetado para ajudar crianças com dislexia a melhorar suas habilidades de leitura e escrita usando atividades lúdicas) podem tornar o aprendizado de inglês mais divertido e menos frustrante.

Implementar essas estratégias pode não apenas auxiliar alunos com dislexia, mas também enriquecer o ambiente de aprendizado para todos os estudantes, promovendo uma sala de aula mais inclusiva e adaptativa. É importante que os professores estejam abertos a experimentar diferentes métodos e ferramentas para encontrar o que funciona melhor para cada aluno individualmente.

4 Considerações finais

Neste estudo, foi possível explorar a importância de compreender a neurobiologia da aprendizagem para melhorar as práticas de ensino inclusivas, focando em alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA) e dislexia na Educação Básica no Brasil. O reconhecimento das diferenças estruturais e funcionais no cérebro desses alunos não apenas esclarece os desafios únicos que enfrentam, mas também destaca potenciais áreas de força que podem ser aproveitadas para facilitar o aprendizado.

Para alunos com TEA, as dificuldades incluem, frequentemente, a comunicação social e a sensibilidade sensorial, enquanto as habilidades podem abranger atenção aos detalhes e memória excepcional em áreas de interesse específico. Para alunos com dislexia, os desafios se concentram na decodificação fonológica e na fluência de leitura, enquanto suas capacidades podem incluir raciocínio criativo e compreensão contextual avançada. Ao adaptar as práticas pedagógicas para responder a essas características neurológicas, os educadores podem criar um ambiente de aprendizagem que promova a inclusão e valorize a diversidade de todos os alunos.

As intervenções educacionais baseadas na neurociência, como estratégias de ensino multissensoriais e o uso de tecnologia assistiva, foram destacadas como meios eficazes de apoiar a aprendizagem de alunos com TEA e dislexia. Essas abordagens não apenas atendem

às necessidades específicas de aprendizagem, mas também podem beneficiar a turma toda, promovendo um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e envolvente.

Conclui-se que a aplicação dos conhecimentos sobre a neurobiologia da aprendizagem em práticas de ensino inclusivas é fundamental para atender às necessidades de alunos com dificuldades de aprendizagem, como TEA e dislexia. Essa abordagem não apenas favorece o desenvolvimento acadêmico e pessoal desses alunos, mas também enriquece o ambiente educacional, criando uma comunidade de aprendizagem mais inclusiva e solidária.

Recomenda-se que futuros estudos continuem a explorar e expandir o uso de estratégias pedagógicas baseadas na neurociência, avaliando sua eficácia em diferentes contextos educacionais. Além disso, enfatiza-se a importância de sensibilizar educadores, pais e a sociedade sobre as necessidades e potenciais de todos os alunos, promovendo práticas mais coerentes e inclusivas que valorizem a diversidade como um recurso pedagógico valioso.

Referências

BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. **Neurociências: Desvendando o Sistema Nervoso**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e Educação: Como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

DEHAENE, S. **Reading in the Brain: The New Science of How We Read**. New York: Viking, 2009.

GESCHWIND, D. H.; LEVITT, P. Autism spectrum disorders: developmental disconnection syndromes. **Current Opinion in Neurobiology**, v. 17, n. 1, p. 103-111, Feb. 2007. DOI: 10.1016/j.conb.2007.01.009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959438807000116?via%3Dihub>. Acesso em: 02 May 2024.

HUDSON, D. **Dificuldades Específicas de Aprendizagem: Ideias Práticas para Trabalhar com: Dislexia, Discalculia, Disgrafia, Dispraxia, TDAH, TEA, Síndrome de Asperger e TOC**. Rio de Janeiro: Vozes, 2019.

MAIA, H. *et al.* **Neuroeducação e Ações Pedagógicas**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2014. v. 4.

ROTTA, N. T.; BRIDI, F.; BRIDI FILHO, H. **Plasticidade Cerebral e Aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2018.

SHAYWITZ, S.; SHAYWITZ, J. **Entendendo a Dislexia**. São Paulo: Artmed, 2003.