UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA

JAYANE SILVA LOPES DO NASCIMENTO

Matemática e Neurociência: Estruturas Didáticas para Facilitar a Construção do Pensamento Matemático em alunos com discalculia

João Pessoa
2025

JAYANE SILVA LOPES DO NASCIMENTO

Matemática e Neurociência: Estruturas Didáticas para Facilitar a Construção do Pensamento Matemático em alunos com discalculia

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Matemática,
da Universidade Federal da Paraíba,
em cumprimento às exigências para a obtenção
do título de Licenciatura em Matemática.

Orientador: Prof.º Dr. Adriano Alves de Medeiros

JOÃO PESSOA
2025

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

N244m Nascimento, Jayane Silva Lopes do.
Matemática e neurociência : estruturas didáticas para facilitar a construção do pensamento matemático em alunos com discalculia / Jayane Silva Lopes do Nascimento. - João Pessoa, 2025.
29 p.

Orientação: Adriano Alves de Medeiros.
TCC (Curso de Licenciatura em Matemática) - UFPB/CCEN.

1. Matemática. 2. Neurociência. 3. Discalculia. 4. Ensino inclusivo. 5. Estratégias didáticas. 6. Processos cognitivos. I. Medeiros, Adriano Alves de. II. Título.

UFPB/CCEN CDU 51(043.2)

Elaborado por Josélia Maria Oliveira da Silva - CRB-15/113

JAYANE SILVA LOPES DO NASCIMENTO

Matemática e Neurociência: Estruturas Didáticas para Facilitar a Construção do Pensamento Matemático em alunos com discalculia

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Matemática, da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para a obtenção do título de Licenciatura em Matemática.

Aprovado em: 02 de maio de 2025

BANCA EXAMINADORA

Adriano Alves de Medeiros

Prof.º Dr. Adriano Alves de Medeiros (Presidente da banca)

João Batista Alves Parente (Examinador)

Edison Thadeu Bichara Dantas

Edison Thadeu Bichara Dantas (Examinador)

A Deus, por me guiar em cada passo desta jornada, dando-me forças nos momentos difíceis e sabedoria para seguir em frente. Sem Sua presença, este caminho não teria sido possível. À minha família, pelo amor incondicional, pelo apoio constante e por acreditar em mim mesmo nos momentos em que duvidei de mim mesmo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser minha fortaleza em todos os momentos, guiando-me com sabedoria e me dando forças para superar desafios. Sem Sua graça e presença, esta caminhada não teria sido possível.

Aos meus pais, pelo amor incondicional, pelo apoio em todas as fases da minha vida e por acreditarem em mim mesmo nos momentos em que duvidei das minhas capacidades. Obrigada por cada conselho, cada incentivo e por serem meu maior exemplo de dedicação e perseverança.

Ao meu irmão, pela parceria e apoio, por sempre estar ao meu lado, torcendo por minhas conquistas e me incentivando a seguir em frente. Sua presença foi essencial nesta jornada.

Ao meu companheiro, por todo carinho, paciência e apoio ao longo desse processo. Obrigada me ouvir nos momentos difíceis e por celebrar comigo cada pequena vitória. Sua companhia tornou essa caminhada mais leve e significativa.

Aos meus professores, por compartilharem conhecimentos, experiências e por me inspirarem com sua dedicação ao ensino. Cada aprendizagem transmitida foi essencial para minha formação.

Ao meu orientador, pela paciência, pelos ensinamentos valiosos e por me guiar com dedicação durante a realização deste trabalho. Sua orientação foi fundamental para que eu pudesse alcançar esse resultado.

Aos meus amigos, pelo apoio, incentivo e por tornarem essa jornada mais especial. Obrigada por cada conversa, por cada momento de descontração e pelo suporte nos momentos mais difíceis.

Por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu chegasse até aqui, a estes, todo o meu apreço e respeito.

Não é uma incapacidade de aprender,
mas uma necessidade de aprender de outra maneira.
- Sally Shaywitz

RESUMO

A matemática frequentemente representa um desafio para muitos alunos, especialmente para aqueles com discalculia, um transtorno de aprendizagem que dificulta a compreensão e o processamento de conceitos numéricos fundamentais, como os números e operações aritméticas. Este estudo tem por objetivo investigar, através de uma revisão da literatura existente e da análise de materiais pedagógicos, como os avanços da neurociência podem oferecer novas novidades para o desenvolvimento de estratégias didáticas, que são eficazes para alunos com discalculia, numa construção de abordagens pedagógicas mais acessíveis e inclusivas.

A revisão teórica aborda como a neurociência contribui para a compreensão dos processos cognitivos que influenciam a aprendizagem matemática, oferecendo insights sobre como o cérebro lida com números e realização de operações matemáticas. A pesquisa também investiga os impactos da discalculia nas funções cognitivas essenciais, como memória de trabalho, percepção numérica e fluência aritmética, que são determinantes para o desenvolvimento do raciocínio matemático. Com base nessas considerações, são propostas metodologias pedagógicas adaptadas, que utilizam recursos visuais, manipulativos e abordagens ativas, com a finalidade de facilitar a aprendizagem de alunos com dificuldades matemáticas.

Além disso, o trabalho reforça a importância da inclusão educacional e a necessidade dessas práticas que considerem a diversidade dos alunos, oferecendo suporte para que aqueles com discalculia superem suas dificuldades. Ao final, o estudo sugere que, por meio da combinação de estratégias baseadas na neurociência e no ensino personalizado, é possível facilitar o desenvolvimento do pensamento matemático em alunos com discalculia, criando um ambiente de aprendizagem mais igualitário e bem-sucedido.

Palavras-chave: Matemática, Neurociência, Discalculia, Ensino Inclusivo, Estratégias Didáticas, Processos Cognitivos.

ABSTRACT

Mathematics often represents a challenge for many students, especially for those with dyscalculia, a specific learning disorder that hinders the understanding and processing of fundamental numerical concepts, such as numbers and arithmetic operations. This study aims to investigate, through a review of existing literature and the analysis of teaching materials, how advancements in neuroscience can offer new insights for the development of effective teaching strategies for students with dyscalculia. The research is based on understanding the processes involved in mathematical learning and the application of neuroscientific discoveries to build more accessible and inclusive pedagogical approaches.

The theoretical review addresses how neuroscience contributes to the understanding of cognitive processes that influence mathematical learning, providing insights into how the brain handles numbers and performs mathematical operations. The research also investigates the impacts of dyscalculia on essential cognitive functions such as working memory, numerical perception, and arithmetic fluency, which are determinants for the development of mathematical reasoning. Based on these considerations, adapted pedagogical methodologies are proposed, using visual resources, manipulatives, and active approaches to facilitate the learning of students with mathematical difficulties.

Additionally, the study emphasizes the importance of educational inclusion and the need for teaching practices that consider student diversity, offering support for those with dyscalculia to overcome their difficulties. In conclusion, the study suggests that through the combination of neuroscience-based strategies and personalized teaching, it is possible to facilitate the development of mathematical thinking in students with dyscalculia, creating a more equitable and successful learning environment.

Key-words: Mathematics, Neuroscience, Dyscalculia, Inclusive Education, Teaching Strategies, Cognitive Processes.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....9

2. REVISÃO DE LITERATURA.....11

2.1 NEUROCIÊNCIA E APRENDIZAGEM 11

2.2 MEMÓRIA DE TRABALHO E PROCESSAMENTO MATEMÁTICO.....12

2.3 PROCESSAMENTO NUMÉRICO E CÁLCULO MENTAL 13

2.4 PAPEL DO CÓRTEX VISUAL E AS HABILIDADES ESPECIAIS.....14

3. A DISCALCULIA E SEUS IMPACTOS NA APRENDIZAGEM.....14

3.1 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE DISCALCULIA.....14

3.2 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS ALUNOS COM DISCALCULIA.....15

3.3 DIFERENÇA ENTRE DIFICULDADES COMUNS EM MATEMÁTICA E A DISCALCULIA 16

3.4 IMPACTOS EMOCIONAIS E SOCIAIS DA DISCALCULIA.....16

3.5 MÉTODOS E ESTRATÉGIAS PARA O ENSINO DA MATEMÁTICA A ALUNOS COM DISCALCULIA.....17

3.5.1 Abordagem Pedagógica Diferenciada.....18

3.5.2 Uso de Materiais Concretos e Manipuláveis 18

3.5.3 Ensino Multissensorial e Estratégias Visuais.....19

3.5.4 Tecnologias Assistivas e Recursos Digitais no Ensino da Matemática 20

3.6 GAMIFICAÇÃO E LUDICIDADE COM FERRAMENTAS DE ENSINO 21

4. INTERVENÇÕES NEUROCIENTÍFICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO MATEMÁTICO.....21

4.1 ESTIMULAÇÃO DA MEMÓRIA DE TRABALHO E RACIOCÍNIO LÓGICO 21

4.2 ATIVIDADES PARA O FORTALECIMENTO DA PERCEPÇÃO NUMÉRICA 22

4.3 ESTRATÉGIAS PARA POTENCIALIZAR A CONCENTRAÇÃO E ATENÇÃO NO APRENDIZADO MATEÁTICO 23

4.4 A IMPORTÂNCIA DO FEEDBACK POSITIVO E DO REFORÇO GRADUAL NO ENSINO DA MATEMÁTICA 24

5. CONCLUSÃO.....26

6. REFERÊNCIAS.....28

1. INTRODUÇÃO

A matemática ocupa uma posição de destaque no currículo escolar, desempenhando um papel fundamental na formação das habilidades de raciocínio lógico, resolução de problemas e organização do pensamento. É uma ciência universal, que está presente em diversos aspectos da vida cotidiana, sendo indispensável para o progresso individual e coletivo. No entanto, nem todos os alunos conseguem assimilar os conceitos matemáticos com a mesma facilidade. Muitos enfrentam barreiras que vão além das lacunas pedagógicas ou da falta de prática. Entre essas dificuldades, destaca-se a discalculia, um transtorno específico de aprendizagem que compromete a capacidade de compreender os números, realizar cálculos e operar utilizando conceitos matemáticos básicos (Butterworth, 2010).

A discalculia é considerada um transtorno do neurodesenvolvimento que se manifesta desde a infância, apresentando características persistentes que diferem das dificuldades passageiras. Estudos indicam que ela está associada a alterações em áreas cerebrais relacionadas ao processamento numérico e à memória de trabalho, o que compromete habilidades fundamentais, como o reconhecimento de quantidades e a automatização de cálculos (Geary, 2011). Essa situação pode afetar não apenas o desempenho acadêmico, mas também a autoconfiança e a autoestima dos indivíduos, trazendo impactos ao longo de toda a vida. Assim, compreender esses mecanismos envolvidos no transtorno é essencial para estabelecer estratégias educacionais que sejam mais eficazes e inclusivas.

Ao longo das últimas décadas, o campo da neurociência tem registrado avanços significativos no entendimento das funções cerebrais relacionadas à aprendizagem matemática. Pesquisas apontam que áreas como o giro interparietal desempenham um papel central no processamento de números e no raciocínio matemático. Segundo estudos de Butterworth (2010) e Piazza (2010), essas áreas são fundamentais para a compreensão de quantidades e para a realização de cálculos mentais, sendo diretamente afetadas em indivíduos com discalculia. Com essas descobertas, tornou-se evidente que a discalculia não é decorrente de desinteresse ou má formação pedagógica, mas sim de alterações neurobiológicas que interferem na absorção de competências matemáticas. Esses avanços têm fornecido bases sólidas para o desenvolvimento de abordagens pedagógicas que considerem as necessidades específicas de estudantes com discalculia.

Pesquisas adicionais, como as realizadas por Geary (2011), têm explorado a relação entre a discalculia e funções executivas, destacando o papel da memória de trabalho, atenção e habilidades visuoespaciais no desempenho matemático. De acordo com o autor, essas funções são frequentemente subdesenvolvidas em indivíduos com discalculia, o que reforça a

necessidade de intervenções multidimensionais fundamentadas em teorias já consolidadas. Além disso, a literatura científica aponta que intervenções baseadas em tecnologia, como softwares educativos e jogos digitais, têm mostrado resultados promissores no apoio ao aprendizado matemático desses alunos (Ashcraft & Krause, 2007).

Apesar desse progresso, muitos desafios persistem no campo educacional. Um dos principais é a ausência de uma formação adequada para os professores, que muitas vezes não possuem ferramentas teóricas e práticas para identificar e trabalhar com alunos que apresentam esse transtorno. Conforme apontam Costa e Lima (2020), a falta de recursos didáticos inclusivos e a carência de políticas públicas voltadas para a educação especial contribuem para a perpetuação das dificuldades enfrentadas pelos estudantes com discalculia. Além disso, muitos professores relatam dificuldades em compreender as características específicas do transtorno e em adaptar suas práticas pedagógicas para atender às necessidades desses alunos.

A complexidade do ensino da matemática em contextos de inclusão demanda um olhar atento às metodologias que priorizam o aprendizado significativo. A criação de um ambiente pedagógico que possa favorecer a experimentação, a ludicidade e a interatividade tem sido apontadas como uma alternativa eficaz para superar barreiras no aprendizado de alunos com dificuldades. De acordo com Fonseca (2018), estratégias que integram jogos educativos e atividades práticas podem estimular o interesse dos alunos, promovendo um maior engajamento e retenção dos conteúdos. Essa abordagem é confirmada por Ashcraft e Krause (2007), que enfatizam a importância de reduzir a ansiedade matemática, frequentemente associada à discalculia, por meio de práticas pedagógicas que promovam a confiança e o bem-estar emocional dos alunos.

Além disso, políticas públicas têm desempenhado um papel crucial na promoção da inclusão de alunos com discalculia. A Lei Brasileira de Inclusão (Lei n.º 13.146/2015) estabelece diretrizes que visam garantir a igualdade de oportunidades no acesso à educação. No entanto, a implementação prática dessas políticas enfrenta desafios significativos, como a falta de capacitação de professores e recursos pedagógicos adequados. Para Vygotsky (1997), o aprendizado é um processo social mediado pela interação, e é por meio de um ambiente colaborativo e inclusivo que as barreiras educacionais podem ser mitigadas.

Outro ponto importante é a necessidade de conscientizar a sociedade sobre as especificidades da discalculia, promovendo a valorização da diversidade e o combate aos estigmas associados ao transtorno. Durante décadas, alunos com dificuldades em matemática foram erroneamente rotulados como desinteressados ou incapazes, sem que suas condições fossem devidamente reconhecidas. Com o avanço das pesquisas científicas, tornou-se possível

compreender que a discalculia não é sinônimo de falta de inteligência, mas sim uma condição que exige intervenções direcionadas e suporte adequado para que o potencial dos estudantes seja plenamente explorado.

Este trabalho tem como objetivo revisar o que já foi construído sobre a discalculia, abrangendo desde suas bases neurobiológicas até suas implicações no campo educacional. O foco principal está em apresentar um panorama abrangente do que se sabe sobre o transtorno, consolidando informações que possam embasar futuros estudos e intervenções. A revisão da literatura permitirá identificar os avanços já alcançados e os desafios ainda existentes, proporcionando uma base sólida para a reflexão sobre estratégias de inclusão.

A relevância desta revisão reside na necessidade de ampliar o entendimento de educadores, gestores e pesquisadores sobre os impactos da discalculia e sobre como as práticas educacionais podem ser adaptadas para promover um ensino mais inclusivo. Reconhecer as limitações enfrentadas por esses estudantes e valorizar os avanços alcançados é essencial para construir um sistema educacional equitativo. Como ressalta a Lei Brasileira de Inclusão (Lei n.º 13.146/2015), garantir os direitos de todos os alunos é um compromisso essencial para o fortalecimento da cidadania e da igualdade de oportunidades.

Por fim, a promoção de um ambiente educacional acolhedor, aliado ao fortalecimento de políticas públicas e à formação contínua de professores, é essencial para que os desafios associados à discalculia sejam enfrentados de maneira efetiva. Essa abordagem integrada representa um passo significativo para transformar o cenário educacional e garantir que nenhum aluno seja abandonado no processo de aprendizagem.

2. Revisão de Literatura

2.1 Neurociência e Aprendizagem

A neurociência da aprendizagem investiga como o cérebro processa, armazena e recupera informações, fornece bases científicas para aprimoramento educacional. Esse processo envolve diversas áreas específicas, como o hipocampo, responsável pela consolidação da memória; o córtex pré-frontal, ligado à atenção e à tomada de decisões; e os gânglios da base, essenciais para o aprendizado por repetição.

Um dos conceitos fundamentais da neurociência é a plasticidade neural, que permite ao cérebro modificar suas conexões em resposta a experiências e estímulos, tornando o aprendizado contínuo e adaptável. A memória, por sua vez, se divide em sensorial, de curto e de longo prazo, sendo que a consolidação das informações ocorre principalmente durante o sono, um fator essencial para a retenção do conhecimento.

Neurotransmissores como dopamina, serotonina e acetilcolina desempenham papéis essenciais na motivação, atenção e formação da memória. Além disso, o envolvimento emocional no aprendizado ativo o sistema límbico, facilitando a retenção de informações. Estratégias como aprendizagem ativa, ensino entre pares e revisão espaçada demonstram ser altamente eficazes para melhorar o desempenho cognitivo.

Fatores externos, como qualidade do sono, alimentação e nível de estresse, também influenciam diretamente a aprendizagem. Compreender esses aspectos permite desenvolver abordagens educacionais mais práticas, utilizando tecnologias interativas, metodologias personalizadas e práticas que estimulem o cérebro de forma eficiente. Dessa forma, a neurociência contribui para a criação de estratégias que potencializam o aprendizado, tornando-o mais dinâmico e eficiente.

2.2 Memória de Trabalho e Processamento Matemático

A memória de trabalho desempenha um papel essencial no processamento matemático, pois permite armazenar temporariamente e manipular informações durante a realização de cálculos e resolução de problemas. De acordo com Baddeley (2000), a memória de trabalho é composta por múltiplos subsistemas, incluindo o executivo central, que coordena as atividades cognitivas, e os componentes de armazenamento temporário, como o laço fonológico e o bloco visuoespacial. Essas estruturas são fundamentais para a manutenção e manipulação de números e operações matemáticas.

O processamento matemático envolve diferentes áreas específicas, sendo o córtex pré-frontal responsável pela regulação da atenção e do controle executivo, enquanto o córtex parietal está diretamente envolvido na compreensão numérica e na realização de cálculos (Dehaene, 2011). Estudos neurocientíficos demonstram que a sobrecarga na memória de trabalho pode comprometer a precisão e a velocidade da resolução de problemas matemáticos, especialmente quando as operações são fechadas em etapas múltiplas ou no uso simultâneo de regras e algoritmos (Swanson & Beebe-Frankenberger, 2004).

A eficiência no processamento matemático pode ser aprimorada por meio de estratégias que visam a carga cognitiva sobre a memória de trabalho. Entre essas estratégias, destaca-se o uso de representações visuais, a solução de problemas complexos em etapas menores e a automatização de operações básicas, como soma e multiplicação. Além disso, fatores emocionais e motivacionais, como a ansiedade matemática, podem interferir no desempenho, uma vez que altos níveis de estresse limitam a capacidade da memória de trabalho de manter informações relevantes para o raciocínio lógico.

Dessa forma, compreender a relação entre memória de trabalho e processamento matemático é essencial para o desenvolvimento de abordagens educacionais mais eficazes. Métodos de ensino que utilizam ferramentas visuais, exercícios graduais e técnicas de autorregulação emocional podem auxiliar no aprimoramento das habilidades matemáticas, permitindo um desempenho mais eficiente e preciso. Como ressaltam Passolunghi e Lanfranchi (2012), fortalecer a memória de trabalho por meio de práticas específicas pode resultar em melhorias significativas na aprendizagem matemática, promovendo maior autonomia e confiança dos estudantes no uso do pensamento lógico e numérico.

2.3 Processamento Numérico e Cálculo Mental

O processamento numérico e o cálculo mental são habilidades essenciais para a realização de operações matemáticas e para a aplicação do cálculo lógico no dia a dia. Desde atividades simples, como calcular o troco em uma compra, até problemas mais complexos, a capacidade de compreender e manipular números mentalmente desempenha um papel crucial no desenvolvimento cognitivo. Essas habilidades envolvem processos múltiplos envolvidos, incluindo a memória de trabalho, a atenção e o controle executivo, além de serem influenciadas por fatores emocionais e ambientais.

O cérebro humano possui um senso numérico inato, permitindo a percepção e a estimativa de detalhes desde a infância. Esse sentido numérico é complementado pela aprendizagem formal, o que possibilita a manipulação simbólica dos números e o desenvolvimento do design mental. O córtex parietal, especialmente o sulco interparietal, é a principal região cerebral envolvida no processamento numérico, enquanto o córtex pré-frontal atua no controle das estratégias utilizadas na resolução de cálculos.

O cálculo mental envolve a realização de operações matemáticas sem o uso de ferramentas externas, como lápis, papel ou calculadoras. Para tornar esse processo mais eficiente, diversas estratégias podem ser empregadas, como a diversão de números, o arredondamento para valores mais simples de manipular, a utilização de fatos aritméticos memorizados e o uso de relações matemáticas conhecidas, como dividir e dividir números para facilitar multiplicações e divisões. A prática constante dessas estratégias melhora a fluidez do design mental e reduz a carga cognitiva necessária para a resolução de problemas.

Fatores como a memória de trabalho e a ansiedade matemática influenciam diretamente o desempenho no planejamento mental. A memória de trabalho permite a manutenção temporária de informações numéricas enquanto os cálculos são realizados, sendo fundamental para operações que excluem etapas múltiplas. Já a ansiedade matemática pode prejudicar a

execução dos cálculos, pois interfere na capacidade de concentração e no uso eficiente das estratégias cognitivas.

2.4 Papel do Córtex Visual e as Habilidades Espaciais

O córtex visual, localizado no lobo occipital, é a principal região do cérebro responsável pelo processamento de informações visuais. Ele desempenha um papel essencial na construção das habilidades espaciais, que permite a percepção e manipulação do espaço ao redor. Essas habilidades são fundamentais para atividades do cotidiano, como a navegação em ambientes, a leitura de mapas, a prática de esportes e a realização de tarefas que envolvem desenvolvimento visuoespacial. O funcionamento adequado do córtex visual é essencial para a percepção da profundidade, da forma e do movimento, aspectos que influenciam diretamente a maneira como interagimos com o mundo ao nosso redor (Kandel et al., 2013).

O córtex visual é dividido em diferentes áreas funcionais que funcionam de maneira integrada. A área V1, também chamada de córtex visual primário, é responsável pela recepção inicial dos estímulos visuais e pelo processamento de contrastes, bordas e padrões básicos. A partir dessa primeira análise, as informações são enviadas para áreas como a V2 e a V3, que refinam a percepção de formas e núcleos. A área V4 é especializada no reconhecimento de núcleos e objetos, enquanto a área V5, também conhecida como MT (Middle Temporal Area), é essencial para a percepção do movimento (Hubel & Wiesel, 2005).

As habilidades espaciais não apenas do córtex visual, mas também da interação entre essa região e o córtex parietal, que desempenham um papel fundamental na percepção da posição dos objetos no espaço e no planejamento de movimentos. Estudos demonstram que danos no córtex parietal podem melhorar significativamente a capacidade de interpretar relações espaciais e realizar tarefas motoras complexas (Ungerleider & Mishkin, 1982).

3. A DISCALCULIA E SEUS IMPACTOS NA APRENDIZAGEM

3.1 Definição e Classificação da Discalculia

A discalculia é um transtorno de aprendizagem que afeta a capacidade de compreender e manipular conceitos matemáticos, sem que isso esteja relacionado a um comprometimento intelectual geral. Esse transtorno está classificado nos manuais diagnósticos, como o CID-11 e o DSM-5, como um Transtorno Específico da Aprendizagem com prejuízo na matemática.

As manifestações da discalculia incluem dificuldades na contagem, na compreensão de números e operações matemáticas básicas, no uso adequado de símbolos matemáticos, na leitura e escrita de números e na orientação espacial associada à matemática. Essas dificuldades

não decorrem apenas da falta de ensino adequado, mas sim de diferenças no processamento cognitivo. A discalculia pode ser classificada em diferentes tipos, de acordo com suas especificidades:

- Discalculia Verbal que dificuldade em nomear quantidades, números, relações matemáticas e conceitos matemáticos expressos verbalmente.
- Discalculia Práxica que apresenta problemas na execução de operações matemáticas, como soma, subtração, multiplicação e divisão.
- Discalculia Lexical contém dificuldades na leitura e reconhecimento de símbolos matemáticos e números.
- Discalculia Gráfica: problemas na escrita de números e símbolos matemáticos.
- Discalculia Ideognóstica: dificuldades na compreensão de conceitos matemáticos e na realização de operações mentais.
- Discalculia Operacional: incapacidade de aplicar corretamente os conceitos matemáticos em situações práticas do dia a dia.

A identificação da discalculia deve ser realizada por profissionais especializados, como psicólogos e neuropsicólogos, por meio de avaliação neuropsicológica detalhada. O diagnóstico precoce é essencial para a aplicação de estratégias pedagógicas adequadas, possibilitando o desenvolvimento da aprendizagem matemática.

3.2 Principais Características dos Alunos com Discalculia

A discalculia é um transtorno específico de aprendizagem que afeta a capacidade de compreender e processar conceitos matemáticos de forma persistente. Embora os alunos com discalculia não tenham dificuldades de inteligência, o transtorno impacta sua habilidade de lidar com números e operações matemáticas, o que pode afetar sua vida acadêmica e cotidiana (Butterworth, 2013).

Dificuldade com contagem e sequências numéricas: A dificuldade em contar de forma precisa ou manter a ordem numérica é uma das principais manifestações. Isso pode incluir saltos na contagem ou dificuldades em aprender sequências como a tabuada (Shalev & Gross-Tsur, 2018).

Desafios com operações matemáticas básicas: Muitos alunos com discalculia apresentam grande dificuldade com operações como soma, subtração, multiplicação e divisão, mesmo com a prática repetitiva (Geary, 2013).

Problemas com a leitura e interpretação de símbolos matemáticos: O aluno pode não conseguir associar corretamente os símbolos numéricos aos valores que representam, dificultando a realização de operações e a compreensão de conceitos como frações e decimais (Butterworth, 2013).

Dificuldade em compreender conceitos de tempo e espaço: A compreensão de unidades de tempo e a capacidade de medir distâncias também são frequentemente afetadas. Além disso, a interpretação de gráficos e tabelas pode ser um desafio (Shalev & Gross-Tsur, 2018).

Impacto no cotidiano: A discalculia pode afetar atividades diárias como contar dinheiro, organizar horários ou realizar tarefas simples como medir ingredientes ao cozinhar (Geary, 2013).

3.3 Diferença Entre Dificuldades Comuns em Matemática e a Discalculia

É crucial distinguir as dificuldades comuns de aprendizagem em matemática da discalculia. Embora a matemática seja desafiadora para muitos alunos, a discalculia envolve dificuldades mais persistentes e de natureza neurológica, que não são facilmente superadas com mais prática ou reforço (Geary, 2013).

Dificuldades comuns em matemática: Essas dificuldades podem ocorrer devido a lacunas no aprendizado, falta de prática ou recursos inadequados. Os alunos podem ser capazes de superar essas dificuldades com intervenções educacionais adequadas e tempo de prática. Os erros cometidos são, muitas vezes, corrigidos com mais explicações e exercícios (Shalev & Gross-Tsur, 2018).

Discalculia: A discalculia, por outro lado, não se resolve facilmente com reforço escolar. Os alunos apresentam déficits persistentes na compreensão dos conceitos fundamentais de matemática, independentemente da quantidade de prática ou das abordagens pedagógicas adotadas (Butterworth, 2013).

3.4 Impactos Emocionais e Sociais da Discalculia

A discalculia não apenas afeta a aprendizagem acadêmica, mas também tem impactos significativos nas esferas emocionais e sociais dos alunos. O transtorno pode gerar sentimento de frustração, ansiedade e isolamento, dificultando a adaptação escolar e o desenvolvimento social do indivíduo (Shalev & Gross-Tsur, 2018).

Ansiedade matemática: O medo de enfrentar tarefas que envolvam números é uma característica comum entre alunos com discalculia. Essa ansiedade pode se manifestar como

um bloqueio mental diante de situações que exigem habilidades matemáticas, afetando o desempenho e a confiança do aluno (Geary, 2013).

Baixa autoestima e desmotivação: O fracasso repetido em matemática pode prejudicar a autoestima do aluno, levando a sentimentos de inadequação e desmotivação. Isso pode resultar em uma visão negativa de suas próprias habilidades acadêmicas (Butterworth, 2013).

Isolamento social: A discalculia também pode interferir na participação social do aluno. Atividades cotidianas que envolvem números, como jogar jogos, calcular trocos ou organizar horários, podem se tornar situações de desconforto, levando ao afastamento social (Shalev & Gross-Tsur, 2018).

Dificuldade no desenvolvimento de habilidades para a vida: As habilidades relacionadas à discalculia não se limitam à sala de aula. O transtorno pode afetar a capacidade do aluno de lidar com situações cotidianas que exigem o uso de números, como ler um relógio analógico, fazer compras ou tomar decisões financeiras (Geary, 2013).

Esses aspectos emocionais e sociais evidenciam a importância de uma abordagem educacional inclusiva, que promova a autoestima, o suporte emocional e o desenvolvimento de estratégias compensatórias para lidar com as dificuldades matemáticas (Shalev & Gross-Tsur, 2018).

3.5 Métodos e Estratégias para o Ensino da Matemática a Alunos com Discalculia

Segundo Butterworth (2018), a discalculia é uma condição neurológica que impede que os indivíduos processem informações matemáticas da mesma forma que seus pares. Diante desse desafio, torna-se essencial a adoção de métodos e estratégias específicas que possam auxiliar esses alunos no processo de ensino-aprendizagem da matemática.

A dificuldade de aprendizagem enfrentada pelos alunos com discalculia impacta diretamente sua autoimagem e autoestima. Segundo Ashcraft e Krause (2007), estudantes que apresentam dificuldades matemáticas crônicas frequentemente desenvolvem ansiedade relacionada à disciplina, o que pode gerar um ciclo de frustração e evitação da matemática. Dessa forma, metodologias diferenciadas e adaptadas tornam-se fundamentais para o progresso desses alunos.

3.5.1 Abordagens Pedagógicas Diferenciadas

A adoção de abordagens pedagógicas diferenciadas é fundamental para atender às necessidades dos alunos com discalculia. O ensino individualizado, a instrução explícita e o uso de feedback positivo são algumas das estratégias recomendadas por Geary (2011).

O ensino individualizado é uma abordagem essencial no atendimento a alunos com discalculia, pois permite adaptar o processo de aprendizagem às necessidades específicas de cada estudante. Essa personalização favorece a identificação de dificuldades pontuais e a seleção de estratégias pedagógicas mais eficazes. Nesse contexto, o uso de feedback positivo desempenha um papel crucial, pois reforça o desenvolvimento individual e incentiva a autoconfiança.

A utilização de comentários específicos como "você escolheu uma ótima estratégia" ou "percebi como você persistiu na resolução do problema" ajudam o aluno a reconhecer seus próprios avanços, mesmo que pequenos, valorizando o seu esforço mais do que o acerto de imediato. Além disso, esse tipo de retorno cria um ambiente de apoio emocional, que é fundamental para reduzir a ansiedade matemática e promover um engajamento mais ativo nas atividades.

A aplicação de atividades contextualizadas e significativas também contribui para o desenvolvimento de habilidades matemáticas ao relacionar os conteúdos às experiências cotidianas dos estudantes.

De acordo com Sousa (2017), é essencial que os professores utilizem uma abordagem multissensorial e ofereçam instruções claras, permitindo que os alunos construam sua compreensão de forma gradual. Ademais, o uso de mediadores pedagógicos, como tutores e grupos de apoio, pode favorecer um ambiente de aprendizagem mais inclusivo. Estudos apontam que a repetição espaçada e a prática distribuída auxiliam a retenção da informação, o que é essencial para alunos com dificuldades persistentes na matemática (Roediger & Butler, 2011).

3.5.2 Uso de Materiais Concretos e Manipuláveis

Os materiais concretos desempenham um papel essencial na aprendizagem matemática, especialmente para alunos com discalculia. Segundo Piaget (1972), a aprendizagem ocorre por meio da interação ativa do indivíduo com o meio, o que justifica o uso de recursos manipuláveis como blocos lógicos, ábacos, palitos, cubos encaixáveis e materiais estruturados.

A utilização de materiais concretos permite que os alunos explorem conceitos matemáticos de forma tangível, facilitando a compreensão de conceitos abstratos, como adição,

subtração, multiplicação e divisão. Estudos indicam que a manipulação ativa de objetos auxilia na fixação do conhecimento e na formação de imagens mentais que contribuem para a resolução de problemas matemáticos (Gersten et al., 2009).

Entre os materiais concretos mais utilizados, destacam-se os blocos base dez, que auxiliam na compreensão do sistema de numeração decimal, os tangrans, que favorecem o raciocínio geométrico, e as barras de Cuisenaire, que são útis para a compreensão de relações numéricas e frações. Além disso, jogos educativos, como dominó matemático e quebra-cabeças numéricos, podem ser incorporados às atividades pedagógicas para tornar o aprendizado mais dinâmico.

Segundo Montessori (2019), a aprendizagem deve ser baseada na experiência sensorial e na autonomia do aluno, permitindo que ele construa seu conhecimento por meio da interação direta com os materiais. Nesse sentido, a utilização de materiais concretos é essencial para estimular a autonomia e a confiança dos alunos na resolução de problemas matemáticos.

Além dos benefícios cognitivos, os materiais concretos também favorecem o desenvolvimento socioemocional, pois promovem a cooperação e a interação entre os alunos. A aprendizagem colaborativa mediada por esses materiais permite que os estudantes compartilhem estratégias e construam conhecimento de forma conjunta, tornando a experiência educacional mais significativa (Boaler, 2016).

Dessa forma, a implementação de materiais concretos e manipuláveis no ensino da matemática é uma estratégia essencial para garantir uma aprendizagem mais acessível e eficaz aos alunos com discalculia. Professores que utilizam esses recursos em sala de aula contribuem para um ensino mais dinâmico e interativo, proporcionando aos alunos oportunidades reais de compreender e aplicar conceitos matemáticos de forma concreta e significativa

3.5.3 Ensino Multissensorial e Estratégias Visuais

O ensino multissensorial é uma abordagem pedagógica que utiliza diferentes sentidos (visão, audição, tato e até o olfato e paladar) para facilitar a aprendizagem dos alunos. Essa estratégia tem se mostrado especialmente eficaz para alunos com discalculia, pois reforça a aquisição do conhecimento por meio de múltiplas vias cognitivas (Fernandez, 2020).

O uso de recursos auditivos, como músicas e rimas matemáticas, auxilia na memorizável e associação de conceitos. Os recursos táteis, como areia, massinha de modelar e letras ou números em relevo, são fundamentais para que os alunos desenvolvam o reconhecimento numérico e a percepção espacial

As estratégias visuais são particularmente eficazes para a organização das informações matemáticas. Entre elas, destacam-se os mapas conceituais, infográficos, diagramas e tabelas, que ajudam os alunos a identificar padrões numéricos e resolver problemas matemáticos de maneira estruturada (Swanson, 2018). O uso de cores diferenciadas também é uma ferramenta valiosa para identificar categorias numéricas e relações matemáticas, facilitando a memorização e compreensão dos conteúdos.

Outro aspecto importante é o uso da visualização gráfica, como linhas numéricas e representções geométricas, para demonstrar relações matemáticas de forma acessível. Essa abordagem é particularmente útil para alunos que enfrentam dificuldades com a abstração dos conceitos matemáticos.

Assim, ao integrar diferentes formas de percepção sensorial e visual, o ensino multissensorial e as estratégias visuais tornam-se ferramentas poderosas para a aprendizagem da matemática, permitindo que os alunos com discalculia tenham acesso a um ensino mais dinâmico, inclusivo e eficaz.

3.5.4 Tecnologias Assistivas e Recursos Digitais no Ensino da Matemática

O uso de tecnologias assistivas e recursos digitais tem revolucionado o ensino da matemática, especialmente para alunos com discalculia. Ferramentas como softwares educativos, aplicativos interativos, jogos digitais e plataformas de aprendizado adaptativo oferecem suporte personalizado e contribuem para uma aprendizagem mais dinâmica e acessível (Okolo & Bouck, 2016).

As tecnologias assistivas incluem calculadoras falantes, leitores de tela e programas que convertem texto em fala, facilitando a compreensão dos conceitos matemáticos. Os aplicativos interativos, como GeoGebra e Matific, permitem que os alunos explorem conceitos de maneira visual e tátil, promovendo maior engajamento e compreensão (Tall, 2013).

Os jogos digitais e a gamificação também são recursos eficazes, pois transformam a aprendizagem em uma experiência lúdica e motivadora. Jogos como Prodigy e Kahoot ajudam a reforçar habilidades matemáticas por meio de desafios interativos e competições saudáveis, aumentando a confiança dos alunos em suas capacidades matemáticas (Kiili et al., 2015).

As plataformas de aprendizado adaptativo, como Khan Academy e Smartick, ajustam o nível de dificuldade com base no progresso do aluno, proporcionando um ensino individualizado e eficaz. Essas ferramentas oferecem feedback imediato, permitindo que os estudantes identifiquem seus erros e aprimorem suas habilidades matemáticas de forma autônoma (Shute & Ventura, 2013).

Assim, a integração de tecnologias assistivas e recursos digitais no ensino da matemática é essencial para garantir que os alunos com discalculia tenham acesso a um aprendizado inclusivo, dinâmico e adaptado às suas necessidades individuais.

3.6 Gamificação e Ludicidade como Ferramentas de Ensino

A gamificação tem sido amplamente utilizada no ensino da matemática como uma forma de tornar a aprendizagem mais engajante. Conforme apontado por Kapp (2012), elementos de jogos, como desafios, recompensas e rankings, podem aumentar a motivação dos estudantes e promover uma aprendizagem ativa.

Jogos matemáticos interativos, atividades baseadas em histórias e desafios de resolução de problemas proporcionam uma abordagem lúdica ao ensino. Segundo Vygotsky (1984), a aprendizagem ocorre por meio da interação social e do brincar, tornando o uso de jogos e dinâmicas essenciais para alunos com dificuldades de aprendizagem.

Ao adotar tais estratégias, cria-se um ambiente de ensino mais inclusivo e acessível, possibilitando que alunos com discalculia desenvolvam suas habilidades matemáticas de forma mais eficaz e significativa. O objetivo é proporcionar oportunidades igualitárias no aprendizado, permitindo que esses estudantes superem suas dificuldades e se tornem mais confiantes em relação à matemática.

4. Intervenções Neurocientíficas para o Desenvolvimento do Pensamento Matemático

4.1 Estimulação da Memória de Trabalho e Raciocínio Lógico

A memória de trabalho é uma das funções executivas mais relevantes no processamento e manipulação de informações temporárias, sendo essencial para a resolução de problemas matemáticos. Estudos em neurociência cognitiva apontam que a capacidade de manter e manipular dados numéricos em mente está diretamente relacionada ao desempenho matemático (Dehaene, 2011). Intervenções que visam o fortalecimento da memória de trabalho, como exercícios cognitivos específicos, jogos de lógica e atividades que exigem planejamento, podem gerar efeitos positivos no desenvolvimento do pensamento matemático.

Do ponto de vista neurocientífico, a memória de trabalho está fortemente associada à atividade do córtex pré-frontal dorsolateral, uma região envolvida na regulação do comportamento, atenção sustentada e resolução de problemas. Programas de intervenção baseados em treinamentos cognitivos, como o uso de softwares de estimulação cognitiva (ex.: Cogmed, Lumosity), têm mostrado resultados promissores no aprimoramento da memória de

trabalho, o que pode repercutir em ganhos na aprendizagem matemática, especialmente no que diz respeito ao raciocínio lógico e à resolução de problemas abstratos.

Além disso, atividades lúdicas que envolvem sequências, padrões e regras (como xadrez, Sudoku e jogos de tabuleiro) podem atuar como ferramentas indiretas de estimulação do raciocínio lógico. A neuroplasticidade, a capacidade do cérebro de se reorganizar mediante estímulos permite que, com prática constante e direcionada, ocorra o fortalecimento das conexões neurais envolvidas no processamento matemático.

Portanto, ao integrar estratégias que estimulam a memória de trabalho e o raciocínio lógico no contexto escolar, é possível promover uma aprendizagem matemática mais eficaz e significativa, sobretudo quando tais intervenções são planejadas com base nos conhecimentos sobre o funcionamento cerebral.

4.2 Atividades para o Fortalecimento da Percepção Numérica

A percepção numérica, também conhecida como sentido numérico, refere-se à capacidade de perceber, comparar e estimar quantidades de forma intuitiva, sem a necessidade de realizar contagens formais. Trata-se de uma habilidade cognitiva fundamental para o desenvolvimento do pensamento matemático, pois constitui a base para a compreensão de operações aritméticas, noções de proporcionalidade e raciocínio quantitativo. Essa competência é observada desde os primeiros anos de vida e pode ser estimulada de maneira sistemática por meio de práticas pedagógicas específicas.

Pesquisas em neurociência apontam que o cérebro humano possui um sistema aproximado de número (Approximate Number System – ANS), o qual é responsável por representar grandezas numéricas de forma não simbólica. Esse sistema está associado à ativação de regiões cerebrais localizadas no lobo parietal, especialmente no sulco intraparietal. Quando estimulado de forma adequada, o ANS contribui para o desenvolvimento de habilidades como a subitização (capacidade de reconhecer rapidamente pequenas quantidades), a estimativa de quantidades e a compreensão intuitiva de relações entre números.

Diversos tipos de exercícios podem ser aplicados com o objetivo de fortalecer essa percepção numérica. Atividades como a identificação de padrões numéricos, jogos de comparação de grandezas (por exemplo, “qual conjunto tem mais?”), tarefas de associação entre numerais e quantidades representadas por objetos ou imagens, e o uso de linhas numéricas ajudam a consolidar a intuição matemática. A utilização de materiais concretos, como blocos, tampinhas ou cartas, também é recomendada para favorecer a aprendizagem sensório-motora e facilitar a transição do pensamento concreto para o abstrato.

O uso de recursos digitais, como aplicativos educativos e jogos interativos, também tem se mostrado eficaz na estimulação da percepção numérica. Essas ferramentas oferecem feedback imediato, promovem o engajamento do aluno e permitem a personalização de níveis de dificuldade, respeitando o ritmo de aprendizagem individual. Além disso, ao explorar diferentes formatos de representação numérica — visual, simbólica, verbal e gráfica —, essas atividades ampliam a compreensão dos alunos sobre o conceito de número.

É importante destacar que a percepção numérica não deve ser trabalhada de forma isolada, mas integrada a um conjunto de habilidades matemáticas e cognitivas. Quando associada a práticas que desenvolvem a atenção, a memória de trabalho e o raciocínio lógico, os efeitos da intervenção tendem a ser mais duradouros e significativos. Dessa forma, ao incorporar atividades que estimulem a percepção numérica na rotina pedagógica, os educadores contribuem para o fortalecimento da base cognitiva necessária para o sucesso em matemática.

4.3 Estratégias para potencializar a Concentração e a Atenção no Aprendizado Matemático

A concentração e a atenção são funções cognitivas fundamentais para a aprendizagem, especialmente no campo da matemática, que exige foco contínuo, manipulação de informações e raciocínio sequencial. A atenção atua como um filtro que seleciona os estímulos relevantes, permitindo ao estudante manter-se engajado na tarefa e evitar distrações. Quando bem desenvolvida, favorece o processamento eficiente das informações matemáticas, melhorando a compreensão e a resolução de problemas.

Do ponto de vista educacional, estratégias específicas podem ser aplicadas com o objetivo de aprimorar esses processos atencionais. Uma delas é o fracionamento das tarefas em etapas menores, o que reduz a sobrecarga cognitiva e facilita a manutenção do foco. Ao dividir um problema matemático complexo em partes simples, o aluno consegue se concentrar em cada etapa com maior clareza e segurança.

Outra estratégia eficaz é o uso de atividades que despertem a curiosidade e o interesse do estudante. Problemas contextualizados, que envolvem situações do cotidiano, tendem a gerar maior engajamento e foco na tarefa. Além disso, a variação dos métodos de ensino, como o uso de recursos visuais, jogos didáticos e desafios interativos, contribui para manter a atenção ativa durante a aula.

Ambientes organizados e com baixa interferência de estímulos externos também são essenciais para promover a concentração. O controle de ruídos, a disposição adequada dos materiais e o planejamento de pausas regulares ajudam a manter a mente do aluno alerta e disponível para o aprendizado. A atenção sustentada é favorecida quando o cérebro tem tempo para se recuperar entre períodos de esforço mental intenso.

Técnicas de respiração e práticas breves de atenção plena (mindfulness) vêm sendo incorporadas em contextos educacionais como ferramentas auxiliares no desenvolvimento do foco e da autorregulação emocional. Essas práticas ajudam os alunos a lidarem melhor com a ansiedade diante de tarefas matemáticas e favorecem o retorno à tarefa quando ocorre dispersão.

Além disso, o reforço positivo, a definição clara de objetivos e o acompanhamento próximo por parte do professor incentivam o envolvimento do estudante, criando um ambiente propício para o foco e a persistência diante dos desafios matemáticos.

Assim, a promoção da atenção e da concentração no ensino da matemática não depende apenas de fatores individuais, mas também de estratégias pedagógicas bem planejadas. A integração de métodos que estimulem o foco de forma dinâmica e consciente contribui significativamente para a melhoria do desempenho e da relação do aluno com a matemática.

4.4 Importância do Feedback Positivo e do Reforço Gradual no Ensino da Matemática

No processo de ensino-aprendizagem da matemática, o feedback positivo e o reforço gradual exercem papel fundamental na construção da autoconfiança do aluno, na consolidação dos conteúdos e na manutenção da motivação. A matemática, muitas vezes percebida como uma disciplina de alta complexidade, pode gerar sentimento de insegurança e frustração nos estudantes. Nesses casos, o uso consciente do feedback se torna uma ferramenta pedagógica capaz de transformar a relação do aluno com a disciplina.

O feedback positivo, quando oferecido de maneira específica, clara e imediata, auxilia o aluno a reconhecer seus progressos e fortalece suas estratégias de resolução. Mais do que elogios genéricos, o retorno do professor deve destacar os pontos fortes do desempenho e indicar caminhos para aprimoramento. Essa abordagem contribui para a formação de uma mentalidade de crescimento, em que o erro é visto como parte do processo de aprendizagem, e não como falha definitiva.

Já o reforço gradual está relacionado à ideia de que o conhecimento deve ser construído de forma progressiva, respeitando o ritmo e o nível de compreensão de cada aluno. A aplicação de atividades com grau crescente de complexidade permite que o estudante experimente

sucessos frequentes, o que, por sua vez, estimula a persistência e a autorregulação. Esse tipo de reforço fortalece as conexões neurais envolvidas na resolução de problemas e amplia a retenção dos conceitos.

A neurociência educacional destaca que a motivação e a emoção influenciam diretamente a aprendizagem. O cérebro responde positivamente a estímulos que geram sensação de conquista, liberando neurotransmissores como a dopamina, que estão associados à recompensa e à repetição de comportamentos bem-sucedidos. Dessa forma, o feedback positivo, aliado ao reforço progressivo, contribui não apenas para o domínio dos conteúdos matemáticos, mas também para o desenvolvimento da autoconfiança, da autonomia e do engajamento escolar.

Implementar essas estratégias no ensino da matemática requer sensibilidade por parte do educador, que deve estar atento às necessidades individuais e às formas mais eficazes de comunicação. Ao valorizar os avanços do aluno e respeitar seu percurso de aprendizagem, o professor cria um ambiente favorável à superação de desafios e à construção de uma relação mais positiva com a matemática.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar as contribuições da neurociência para o desenvolvimento do pensamento matemático, destacando intervenções e estratégias pedagógicas baseadas no funcionamento do cérebro humano. A partir da revisão teórica, foi possível compreender que a aprendizagem matemática é um processo complexo, que envolve não apenas a memorização de fórmulas e procedimentos, mas uma ampla rede de funções cognitivas, emocionais e motivacionais que interagem de forma contínua. Entre essas funções, destacam-se a memória de trabalho, a percepção numérica, o raciocínio lógico, a atenção e a concentração todas com respaldo em estudos neurocientíficos que apontam suas correlações com o desempenho acadêmico em matemática.

As investigações analisadas ao longo do estudo indicam que intervenções pedagógicas que levam em consideração a arquitetura funcional do cérebro podem gerar impactos significativos no desempenho e no engajamento dos estudantes. A aplicação de exercícios direcionados à estimulação da memória de trabalho e do raciocínio lógico, atividades voltadas para o fortalecimento da percepção numérica, estratégias que promovem a atenção plena, bem como o uso consciente do feedback positivo e do reforço gradual, foram reconhecidas como ferramentas eficazes na mediação do processo de ensino-aprendizagem da matemática. Além disso, a compreensão de que o erro é parte natural do processo de aprendizagem e não uma falha reforça a importância de um ambiente emocionalmente seguro, que valorize o esforço e promova a autorregulação.

A partir dessa perspectiva, torna-se evidente que o papel do educador transcende a mera transmissão de conteúdo. O professor deve atuar como mediador do desenvolvimento cognitivo e emocional do aluno, considerando as múltiplas formas pelas quais o cérebro aprende. As implicações pedagógicas deste estudo apontam para a necessidade de uma formação docente mais integrada aos avanços da neurociência, permitindo que os profissionais da educação reconheçam os sinais de dificuldades de aprendizagem, compreendam suas causas e adotem estratégias didáticas mais eficientes, personalizadas e sensíveis à diversidade dos estudantes.

Para além do contexto escolar, este trabalho também sugere uma mudança de paradigma na forma como se concebe o ensino da matemática: não mais centrado apenas na lógica formal, mas considerando o ser humano em sua totalidade com emoções, ritmos próprios, modos distintos de raciocinar e necessidades específicas de estímulo e apoio. A matemática, quando ensinada de forma humanizada e neuro cientificamente orientada, pode deixar de ser fonte de ansiedade para se tornar um campo fértil de descobertas, criatividade e crescimento pessoal.

Diante das reflexões apresentadas, sugere-se que futuras pesquisas avancem no campo da neuroeducação, especialmente por meio de estudos empíricos que analisem o impacto de práticas pedagógicas baseadas em princípios neurocientíficos no desempenho dos alunos em diferentes etapas da educação básica. Também se recomenda o aprofundamento de estudos sobre o uso de tecnologias digitais como mediadoras do desenvolvimento de funções cognitivas ligadas à matemática, bem como investigações interdisciplinares que promovam o diálogo entre neurociência, educação, psicologia e didática.

Por fim, espera-se que os resultados e reflexões trazidos por este trabalho possam contribuir para a formação de educadores mais conscientes do papel da neurociência na aprendizagem, bem como inspirar a construção de práticas pedagógicas mais inclusivas, significativas e eficazes no ensino da matemática.

6. REFERÊNCIAS

BUTTERWORTH, Brian. *O cérebro matemático: como a nova ciência da mente explica nossa capacidade de calcular.* São Paulo: Cultrix, 2010.

GEARY, David C. *Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: a five year longitudinal study.* Developmental Psychology, v. 47, n. 6, p. 1539–1552, 2011.

PIAZZA, Manuela; FIEGEL, Sabine; JOBERT, Anne; DEHAENE, Stanislas. Developmental trajectory of number acuity reveals a severe impairment in developmental dyscalculia. *Cognition*, [S.l.], v. 116, n. 1, p. 33–41, 2010.

ASHCRAFT, Mark H.; KRAUSE, Jennifer A. Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, [S.l.], v. 14, n. 2, p. 243–248, 2007.

COSTA, Ana Paula da Silva; LIMA, João Carlos de Souza. *Educação especial e políticas públicas: desafios e perspectivas.* Revista Brasileira de Educação Especial, v. 26, n. 2, p. 123–138, 2020.

SOUZA, J. M. F. P.; FONSECA, J. M. F. P. dos. Jogos como recurso didático para o ensino de matemática: uma abordagem prática. *Revista Reamec*, v. 6, n. 2, p. 45–60, 2018.

VYGOTSKY, Lev S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.* 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

BADDELEY, Alan D. The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, v. 4, n. 11, p. 417–423, 2000.

DEHAENE, Stanislas. *O cérebro numérico: como o cérebro aprende a contar e realizar cálculos.* São Paulo: Editora Cia. das Letras, 2011.

SWANSON, H. Lee; BEEBE-FRANKENBERGER, M. Working memory, short-term memory, and academic achievement of children with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, [S.l.], v. 37, n. 3, p. 252–268, 2004.

PASSOLUNGI, Maria Chiara; LANFRANCHI, Silvia. Domain-specific and domain-general precursors of mathematical achievement: A longitudinal study from kindergarten to first grade. *British Journal of Educational Psychology*, v. 82, n. 1, p. 42–63, 2012

PASSOLUNGI, Maria Chiara; LANFRANCHI, Silvia. Domain-specific and domain-general precursors of mathematical achievement: a longitudinal study from kindergarten to first grade. *British Journal of Educational Psychology*, v. 82, n. 1, p. 42–63, 2012.

KANDEL, Eric R.; SCHWARTZ, James H.; JESSELL, Thomas M.; et al. *Principles of neural science.* 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2013.

UNGERLEIDER, L. G.; MISHKIN, M. Two cortical visual systems. *Analysis of Visual Behavior*, p. 549–586, 1982.

BUTTERWORTH, Brian. *Discalculia: o transtorno da matemática e como lidar com ele.* São Paulo: Editora Paulus, 2013.

SHALEV, Gila; GROSS-TSUR, Varda. *Discalculia: an overview of the current literature.* New York: Springer, 2018.

GEARY, David C. *Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: a five-year longitudinal study.* Developmental Psychology, v. 47, n. 6, p. 1539–1552, 2013.

SHALEV, Gila; GROSS-TSUR, Varda. *Discalculia: an overview of the current literature.* New York: Springer, 2018.

BUTTERWORTH, Brian. *Discalculia: o transtorno da matemática e como lidar com ele.* São Paulo: Editora Paulus, 2018.

ASHCRAFT, Mark H.; KRAUSE, Jennifer A. Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, [S.l.], v. 14, n. 2, p. 243–248, 2007.

ROEDIGER, Henry L.; BUTLER, Andrew C. The critical role of retrieval practice in long-term retention. *Trends in Cognitive Sciences*, [S.l.], v. 15, n. 1, p. 20–27, 2011.

PIAGET, Jean. *A psicologia da criança.* 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1972.

GERSTEN, Russell; CHARD, David J.; BAKER, Susan K.; et al. Mathematics instruction for students with learning disabilities or difficulties: a meta-analysis of the research. *Exceptional Children*, [S.l.], v. 75, n. 4, p. 371–392, 2009.

MONTESSORI, Maria. *Pedagogia científica: a descoberta da criança.* 2. ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2019.

BOALER, Jo. Mathematical mindsets: unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching. San Francisco: Jossey-Bass, 2016.

FERNANDEZ, Maria. *A abordagem multissensorial no ensino de matemática para alunos com discalculia.* Revista Brasileira de Educação Especial, v. 26, n. 2, p. 215–230, 2020.