

NEUROCIÊNCIA E TECNOLOGIA NO AMBIENTE EDUCACIONAL: ABORDAGENS E DESAFIOS PARA O ENSINO MODERNO

Jaqueline Maria Romão de Araújo Brito¹

Elisângela Dias Brugnera²

Zenaide Araújo da Silva³

Enith Romão de Araújo⁴

Eliane Romão de Araújo Domingos⁵

Maria Angélica Dornelles Dias⁶

RESUMO: Este estudo explorou a integração de tecnologias educacionais no contexto da neurociência para melhorar as práticas pedagógicas e potencializar a aprendizagem. O objetivo principal foi investigar como o uso de tecnologias inovadoras, apoiadas pelos avanços em neurociência, pode enriquecer a experiência educacional e torná-la mais adaptativa e inclusiva. A metodologia adotada envolveu uma pesquisa bibliográfica, conforme os parâmetros estabelecidos por Cervo e Bervian (2002), focando na análise de literatura científica que discute a convergência entre tecnologia, educação e neurociência. Autores chave como Vygotsky (1989), Vandervert (2017), e Vasconcellos (2021) forneceram entendimentos sobre a importância da mediação social no aprendizado e as contribuições da neurociência para entender a funcionalidade cerebral no contexto educacional. O estudo destacou que a incorporação consciente de recursos tecnológicos, quando alinhada ao entendimento neurocientífico, facilita práticas educativas que respondem melhor às necessidades dos alunos. A análise revelou que tais práticas não só aumentam o engajamento e a participação dos alunos, mas também promovem uma aprendizagem mais profunda e significativa. Em conclusão, o artigo sublinha a necessidade de uma abordagem educacional que integre tecnologia e neurociência de forma sinérgica, sugerindo que tal integração é crucial para o desenvolvimento de um ambiente educacional mais eficaz e inclusivo.

Palavras-Chave: Integração tecnológica. Neurociência educacional. Práticas pedagógicas. Aprendizagem adaptativa.

ABSTRACT: This study explored the integration of educational technologies within the context of neuroscience to enhance pedagogical practices and facilitate learning. The main objective was to investigate how the use of innovative technologies, supported by advancements in neuroscience, can enrich the educational experience and make it more adaptive and inclusive. The methodology adopted involved a literature review, following the parameters established by Cervo and Bervian (2002), focusing on the analysis of scientific literature discussing the convergence of technology, education, and neuroscience. Key authors such as Vygotsky (1989), Vandervert (2017), and Vasconcellos (2021) provided insights into the importance of social mediation in learning and the contributions of neuroscience in understanding brain functionality within educational contexts. The study highlighted that the deliberate incorporation of technological resources, aligned with neuroscientific understanding, facilitates educational practices that better meet students' needs. The analysis revealed that such practices not only increase student engagement and participation but also promote deeper and more meaningful learning. In conclusion, the article emphasizes the need for an educational approach that synergistically integrates technology and neuroscience, suggesting that such integration is crucial for developing a more effective and inclusive educational environment.

Keywords: Technological integration. Educational neuroscience. Pedagogical practices. Adaptive learning.

¹Mestranda em Tecnologias Emergentes em Educação pela Miami University of Science and Technology (MUST)

²Pós-Doutoranda em Diversidade Cultural e Inclusão Social pela Universidade Feevale (FEEVALE)

³Mestranda em Tecnologias Emergentes em Educação pela Miami University of Science and Technology (MUST)

⁴Mestranda em Tecnologias Emergentes em Educação pela Miami University of Science and Technology (MUST)

⁵Mestranda em Tecnologias Emergentes em Educação pela Miami University of Science and Technology (MUST)

⁶Mestre em Educação pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

INTRODUÇÃO

O estudo em questão abordou a integração da tecnologia no contexto educacional, uma temática de crescente relevância na sociedade contemporânea. Dada a rápida evolução das tecnologias digitais e seu impacto profundo nos métodos de ensino e aprendizagem, este trabalho buscou explorar como as inovações tecnológicas podem ser efetivamente integradas às práticas pedagógicas para melhorar a educação. O objetivo principal foi investigar como a aplicação de novas tecnologias pode potencializar a aprendizagem, levando em consideração os avanços da neurociência e as necessidades de um ensino mais adaptativo e inclusivo.

A pergunta central que guiou este estudo foi: ‘De que maneira as tecnologias educacionais, apoiadas pelos conhecimentos da neurociência, podem melhorar as práticas pedagógicas e, conseqüentemente, o processo de aprendizagem?’ Para responder a essa questão, foi adotada uma metodologia de pesquisa bibliográfica, conforme descrito por Cervo e Bervian (2002). Esta abordagem envolveu a análise crítica de literatura existente, permitindo uma compreensão ampla do tema através do estudo de textos e publicações científicas que discutem a interseção entre tecnologia, educação e neurociência.

Os dados foram coletados de artigos acadêmicos, livros e publicações em periódicos de renome na área de educação e neurociência. A análise dos dados foi realizada mediante uma técnica de análise de conteúdo, que possibilitou a identificação de padrões e temas relevantes sobre a aplicação da tecnologia na educação.

O artigo está estruturado em várias partes principais: inicialmente, o ‘Referencial Teórico’ delinea os conceitos fundamentais e revisa a literatura pertinente. Segue-se a seção ‘A Integração entre Neurociência e Pedagogia: Compreendendo a Aprendizagem Através das Lentes Científicas’, que explora como os conhecimentos neurocientíficos podem ser aplicados para enriquecer as práticas educativas. ‘O Papel do Educador na Convergência entre Tecnologia, Educação e Neurociência’ discute o impacto dessas mudanças para os professores e educadores. Em ‘A Ascensão das Tecnologias Digitais na Educação’, analisa-se o crescente papel das tecnologias digitais na captura da atenção dos alunos e suas implicações. ‘Estratégias Tecnológicas na Educação: Potencializando a Aprendizagem por Meio de

Inovações Digitais’ apresenta exemplos práticos de como as tecnologias podem ser implementadas de forma eficaz. A penúltima seção, ‘Resultados e Análise dos Dados’, sintetiza as descobertas principais do estudo e suas implicações. Por fim, as ‘Considerações Finais’ refletem sobre os resultados, discutindo limitações e sugerindo direções para pesquisas futuras.

Portanto, este estudo ofereceu perspectivas sobre a integração eficaz da tecnologia na educação, destacando a importância de alinhar práticas pedagógicas com inovações tecnológicas e conhecimentos neurocientíficos para criar um ambiente de aprendizagem mais inclusivo e eficiente.

REFERENCIAL TEÓRICO

O presente estudo aborda a integração da tecnologia na educação, explorando conceitos como democratização do acesso, personalização do aprendizado e a incorporação de práticas pedagógicas inovadoras respaldadas por avanços neurocientíficos. Este referencial teórico reúne contribuições de diversos autores para delinear as características e justificativas subjacentes à aplicação das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) no ambiente educacional.

Tabela 1 - Principais Referenciais Teóricos

Autor(es)	Ano de Publicação	Assunto da Pesquisa	Relevância da Pesquisa
Amaral e Guerra	2022	Interferência das práticas de multitarefa na capacidade de processamento cognitivo dos estudantes.	Oferece uma perspectiva crítica sobre os desafios educacionais na era digital.
Baumgartener <i>et al.</i>	2018	Impacto das tecnologias digitais na atenção dos jovens.	Fornecer <i>insights</i> sobre como a tecnologia pode tanto auxiliar quanto distrair os estudantes.
Cain <i>et al.</i>	2016	Desafios do comportamento multitarefa em contextos educacionais.	Importante para entender as limitações do uso de tecnologia em sala de aula.
Costa	2023	Uso de recursos educacionais inovadores para modificar a dinâmica de aprendizagem.	Sugere maneiras práticas de aplicar novas tecnologias e métodos no ambiente educacional.
Damásio	2011	Mecanismos de atenção e seus desafios específicos.	Essencial para desenvolver estratégias pedagógicas que atendam às necessidades cognitivas dos alunos.

Federige	2021	Impacto dos recursos tecnológicos multissensoriais no engajamento e aprendizado dos estudantes.	Importante para compreender como tecnologias específicas podem aumentar o engajamento dos alunos.
Fregni	2019	O impacto das práticas pedagógicas baseadas em conhecimentos neurocientíficos.	Discute como os educadores podem transformar práticas educacionais utilizando a neurociência.
Morais	2022	Descrição e análise dos modelos de ensino híbrido, especialmente o modelo à la carte.	Oferece uma visão detalhada sobre como os modelos de ensino híbrido podem ser implementados.
Santana et al.	2021	Democratização e inclusão digital por meio das TDICs.	Fundamental para entender como a tecnologia pode facilitar o acesso equitativo à educação.
Vasconcellos	2021	Avanços da neurociência no entendimento do funcionamento do sistema nervoso e sua adaptação ao ambiente.	Fornece uma base científica para ajustar as práticas educacionais aos mecanismos de aprendizagem do cérebro.
Vandervert	2017	Papel do cerebelo em funções cognitivas avançadas.	Ajuda a entender a contribuição neurocientífica para o desenvolvimento cognitivo em contextos educativos.
Vygotsky	1989	Aprendizagem mediada pela cultura e pelas interações sociais, com introdução da zona de desenvolvimento proximal (ZDP).	Crucial para ligar teorias pedagógicas clássicas com estudos modernos de neurociência.

Fonte: autoria própria.

A importância da tecnologia na democratização do acesso à educação é enfatizada por Santana *et al.* (2021), que discutem como as TDIC facilitam a inclusão digital e promovem a equidade educacional. Eles argumentam que a tecnologia não apenas oferece oportunidades educacionais para comunidades desatendidas, mas também é crucial para o exercício pleno da cidadania na sociedade contemporânea. Federige (2021) complementa essa visão, destacando que os recursos tecnológicos multissensoriais despertam o interesse dos estudantes, aumentando assim o engajamento e a participação ativa no processo educativo. Esses autores fornecem uma base sólida que justifica a necessidade de integrar a tecnologia de forma consciente e estratégica nas práticas educacionais para alcançar um impacto positivo mais amplo.

A personalização do aprendizado é um tema central nos estudos de Morais (2022), que explora o modelo de ensino híbrido, especialmente o formato *à la carte*. Este modelo permite que os estudantes completem cursos *online* enquanto frequentam instituições físicas, proporcionando flexibilidade e autonomia para gerir seus estudos de acordo com as suas necessidades pessoais e horários. Morais ressalta que essa abordagem não só respeita as individualidades dos alunos, mas também potencializa a autonomia no processo de aprendizagem. A análise de Morais sobre o ensino híbrido é crucial para entender como as tecnologias podem ser implementadas para personalizar a educação.

O diálogo entre educação e neurociência é fortalecido pelos trabalhos de Vygotsky (1989) e Vandervert (2017). Vygotsky introduz o conceito de zona de desenvolvimento proximal, que é enriquecido por Vandervert através da exploração das funções cognitivas do cerebelo. Essas teorias sublinham a importância de práticas educativas que promovam interações complexas, como jogos simbólicos e atividades colaborativas, para o desenvolvimento cognitivo. Vasconcellos (2021) avança nessa discussão ao destacar como a neurociência do século XX iluminou o funcionamento e a adaptabilidade do cérebro ao ambiente, fornecendo uma base científica para alinhar as práticas educacionais com os processos de aprendizagem cerebral.

A análise da atenção e dos desafios da multitarefa é abordada por Damásio (2011), que categoriza os diferentes tipos de atenção e seus desafios específicos. Esse estudo é complementado por investigações de Cain *et al.* (2016) que discutem como a multitarefa, especialmente através das mídias sociais, pode diminuir o desempenho acadêmico dos alunos. Essas pesquisas são essenciais para compreender as implicações negativas da tecnologia quando não adequadamente integrada ao contexto educacional.

Este referencial teórico estabelece uma fundação coerente para o estudo, integrando os conceitos de democratização, personalização, neurociência e os desafios da multitarefa no contexto das práticas educativas contemporâneas. Ao alinhar os métodos pedagógicos com o conhecimento científico sobre os processos de aprendizagem e atenção, propõe-se uma abordagem educacional que é não só inclusiva e adaptativa, mas também fundamentada em evidências científicas. Assim, o estudo

contribui para uma compreensão mais aprofundada de como a tecnologia pode ser efetivamente aplicada para melhorar o ensino e a aprendizagem nas escolas modernas.

A INTEGRAÇÃO ENTRE NEUROCIÊNCIA E PEDAGOGIA: COMPREENDENDO A APRENDIZAGEM ATRAVÉS DAS LENTES CIENTÍFICAS

A interseção entre neurociência e educação tem proporcionado uma compreensão mais aprofundada dos processos de aprendizagem. Este capítulo explora como a neurociência, ao dialogar com teorias pedagógicas clássicas, amplia o entendimento sobre as práticas educativas mais eficazes.

Segundo Vygotsky (1989), a aprendizagem é inerentemente mediada pelo contexto cultural e pelas interações sociais. Ele introduz o conceito da zona de desenvolvimento proximal (ZDP), destacando a importância da mediação social no desenvolvimento cognitivo. Essa perspectiva é enriquecida pelos estudos recentes de Vandervert (2017), que demonstram como o cerebelo, além de suas funções motoras, desempenha um papel crucial em funções mentais avançadas. Essas descobertas evidenciam que interações complexas, como o jogo simbólico e o diálogo em sala de aula, são fundamentais para o desenvolvimento de habilidades cognitivas avançadas.

Conforme destacado por Vygotsky (1989), as teorias pedagógicas que promovem a interação e o diálogo são essenciais para ativar a zona de desenvolvimento proximal. Nesse contexto, educadores podem estruturar atividades que estimulem a comunicação e colaboração, como projetos em grupo ou resolução de problemas de forma cooperativa. Essas metodologias permitem que os estudantes ultrapassem suas capacidades individuais e explorem novos conceitos sob a orientação cuidadosa do educador, o que Vandervert (2017, p.45) sugere ser facilitado pelas “funções cognitivas do cerebelo”.

Ademais, Vasconcellos (2021, p.220) salienta que “os avanços do século XX em neurociência trouxeram luz sobre o funcionamento do sistema nervoso, revelando não só a funcionalidade do cérebro, mas também como ele se adapta e responde ao ambiente”. Este entendimento é crucial para perceber como o aprendizado modifica a estrutura cerebral, fornecendo uma base científica para ajustar as práticas educacionais de acordo com os mecanismos de aprendizagem neurológica.

A compreensão da plasticidade cerebral é fundamental para que os professores possam adaptar métodos de ensino que promovam o desenvolvimento neuronal. A diferenciação pedagógica, que personaliza conteúdo, processo e produto de acordo com as necessidades dos alunos, é uma estratégia vital. Paralelamente, o uso de tecnologias que facilitam a repetição e o reforço em intervalos variados pode ser implementado para maximizar a retenção de memória a longo prazo e fortalecer o processo de aprendizagem.

Dessa forma, a integração da neurociência com a pedagogia oferece uma perspectiva valiosa para revisar e aprimorar as práticas educacionais. Alinhando métodos pedagógicos com o conhecimento científico sobre os processos de aprendizagem cerebral, é possível desenvolver abordagens de ensino que atendam eficazmente às exigências educacionais contemporâneas e se fundamentem em evidências científicas. A educação, portanto, tem o potencial de transformação, considerando tanto a complexidade do desenvolvimento humano quanto as inovações tecnológicas, visando um ensino mais inclusivo e adaptativo.

O PAPEL DO EDUCADOR NA CONVERGÊNCIA ENTRE TECNOLOGIA, EDUCAÇÃO E NEUROCIÊNCIA

A compreensão dos mecanismos de atenção é crucial para a eficácia do processo educativo. Conforme explica Damásio (2011, p.58),

A atenção humana se manifesta em diferentes tipologias, cada uma com seus desafios específicos: o cansaço associado à atenção focalizada, as questões de motivação e fadiga na atenção sustentada, a alta demanda de recursos na atenção dividida e a complexidade de gerenciamento de tarefas na atenção alternativa.

Santos *et al.* (2023) reiteram que entender esses diferentes aspectos da atenção é fundamental para orientar de maneira adequada as estratégias pedagógicas e desenvolver um ambiente de aprendizagem que seja verdadeiramente propício ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Avançando nesse entendimento, Fregni (2019, p.25) destaca “o papel transformador que os educadores podem exercer ao aplicar esses conhecimentos neurocientíficos” em suas práticas pedagógicas. A substituição de aulas expositivas por métodos de ensino mais contextualizados e o desenvolvimento de estratégias para aumentar a motivação dos alunos são exemplos de como os professores podem

modificar o cenário educacional tradicional. Costa (2023) complementa essa visão, sugerindo que a mobilização de recursos educacionais inovadores, como tecnologias interativas e metodologias ativas, pode significativamente alterar a dinâmica de aprendizagem, tornando-a mais significativa e engajadora.

Na prática, isso pode ser observado quando professores utilizam aplicativos que promovem jogos educativos para manter a atenção sustentada ou quando implementam estações de aprendizagem que permitem aos alunos alternar entre diferentes atividades, mantendo assim a atenção dividida de maneira eficaz (Santana *et al.*, 2021). Além disso, o uso de métodos como aprendizagem baseada em projetos facilita a aplicação da teoria em contextos práticos, ajudando os alunos a formar conexões mais profundas com o material e a aplicar o conhecimento de maneira mais autônoma e criativa.

Portanto, o educador, ao integrar as descobertas da neurociência com as tecnologias educacionais, assume um papel crucial não apenas como transmissor de conhecimentos, mas como facilitador de um processo de aprendizagem que é dinâmico, interativo e adaptado às necessidades cognitivas dos alunos. Este alinhamento entre conhecimento científico e prática pedagógica é essencial para preparar os estudantes para um mundo em constante mudança, equipando-os com habilidades necessárias para enfrentar desafios futuros de maneira eficaz.

A ASCENSÃO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO

À medida que as tecnologias digitais se tornam cada vez mais integradas à vida cotidiana, a capacidade da internet de capturar nossa atenção e induzir comportamentos multitarefa se torna notavelmente evidente, especialmente no início da adolescência. Baumgartener *et al.* (2018) destacam a eficácia das tecnologias digitais em mobilizar a atenção dos jovens, um fenômeno que se intensifica com o crescimento constante da presença digital nas suas vidas.

Além disso, estudos conduzidos por Cain *et al.* (2016) apontam para os desafios associados ao comportamento multitarefa, incluindo o uso de mídias sociais em contextos de aprendizagem. Amaral e Guerra (2022) evidenciam que tais práticas podem interferir significativamente na capacidade dos estudantes para o processamento cognitivo, afetando negativamente o desempenho acadêmico. Eles

argumentam que “o comportamento multitarefa em sala de aula desvia a atenção dos alunos das tarefas de aprendizagem, resultando em uma menor retenção de informações e compreensão reduzida do conteúdo” (Amaral; Guerra, 2022, p.119)

Nesse contexto, é possível observar em ambientes educacionais que estudantes envolvidos frequentemente com múltiplas tarefas digitais tendem a mostrar dificuldades em manter a concentração durante as aulas expositivas ou atividades que exigem maior foco e profundidade de pensamento. Por exemplo, um aluno que simultaneamente tenta acompanhar uma explicação sobre teoremas matemáticos e interage em um grupo de mídia social pode não processar integralmente a lógica matemática sendo ensinada.

Portanto, é imperativo que o setor educacional reavalie como as tecnologias são integradas nos processos de ensino e aprendizagem. É essencial desenvolver estratégias que equilibrem o uso benéfico das tecnologias digitais com métodos que minimizem suas distrações. Iniciativas como a implementação de políticas de uso de dispositivos móveis em sala de aula e a promoção de práticas de aprendizagem focada, como sessões de estudo sem tecnologia, podem ser exploradas para mitigar os efeitos adversos do multitarefa na aprendizagem.

Assim, compreender e mitigar os impactos das tecnologias digitais no aprendizado dos alunos é crucial para fomentar um ambiente educacional que promova tanto o engajamento tecnológico quanto a eficácia acadêmica. Ao alinhar práticas pedagógicas com um entendimento aprofundado dos desafios e potenciais da tecnologia na educação, os educadores podem melhor apoiar os estudantes na navegação pelos complexos cenários de aprendizagem modernos.

ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS NA EDUCAÇÃO: POTENCIALIZANDO A APRENDIZAGEM POR MEIO DE INOVAÇÕES DIGITAIS

Conforme Santana *et al.* (2021, p.2086) argumentam,

A democratização e a inclusão digital, mediadas pelas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), são essenciais para garantir o exercício pleno da cidadania. Essas tecnologias proporcionam oportunidades educacionais que, de outra forma, seriam inacessíveis para muitos, enfatizando a necessidade de um acesso mais equitativo à educação.

Este conceito é corroborado por Federige (2021, p.10), que observa que

Na era da tecnologia, a utilização de recursos tecnológicos e/ou multissensoriais não apenas enriquece o ensino, mas também desperta o

interesse dos estudantes. Esses recursos engajam os alunos de maneiras que métodos tradicionais não conseguem, aumentando significativamente a retenção de conhecimento e a participação ativa no processo de aprendizagem.

Morais (2022) descreve a metodologia do ensino híbrido como uma integração do convencional com o tecnológico: "Ensino Híbrido ou *blended learning* é uma metodologia de ensino que combina o tradicional, a sala de aula convencional, presencial, com o ensino tecnológico, que oferece aulas *online*" (p.24) Este método permite que os estudantes avancem conforme seu próprio ritmo e necessidades, promovendo uma personalização do aprendizado que respeita as individualidades de cada aluno, fomentando assim, uma educação mais adaptada e eficaz.

Especificamente, Morais (2022) detalha o modelo *à la carte*, uma variante importante do ensino híbrido: "O modelo *à la carte* inclui qualquer curso ou disciplina que um estudante faça inteiramente *online*, enquanto frequenta uma escola física tradicional. A fase *online* pode ser realizada em qualquer local, proporcionando flexibilidade máxima" (p.24). Esta modalidade permite que o estudante organize seus estudos conforme seus próprios horários e necessidades, dando-lhe controle total sobre seu processo de aprendizagem, o que é ideal para aqueles que necessitam de um arranjo educacional flexível devido a compromissos externos ou preferências pessoais.

Os jogos educativos representam uma ferramenta tecnológica extremamente eficaz para engajar os alunos de maneira lúdica e educativa. Plataformas como Kahoot! permitem que os professores criem *quizzes* interativos que não apenas testam o conhecimento dos alunos de forma divertida, mas também promovem uma competição saudável na sala de aula, incentivando todos a participar ativamente e aprender de maneira mais eficiente. Além disso, tecnologias como aplicativos de realidade aumentada podem ser usadas para transformar conceitos abstratos em experiências concretas e tangíveis, oferecendo aos estudantes uma compreensão mais profunda e engajada do material de estudo.

Assim, a adoção de estratégias tecnológicas na educação representa uma mudança paradigmática significativa, que une inclusão digital e métodos pedagógicos inovadores. Ao integrar essas ferramentas ao contexto educacional, os educadores podem proporcionar uma experiência de aprendizado mais rica e envolvente,

preparando os alunos não apenas para exames, mas para se tornarem cidadãos ativos e bem informados no mundo digital contemporâneo.

RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS

Este estudo evidenciou várias descobertas chave que contribuem significativamente para o campo da educação mediada pela tecnologia. As conclusões principais destacam o impacto positivo das tecnologias digitais na personalização do aprendizado e na inclusão educacional. Estes resultados corroboram as teorias de democratização do acesso à educação, conforme discutido por Santana *et al.* (2021), que enfatizam a importância das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) para garantir uma educação equitativa.

O significado dessas descobertas reside na validação de que as ferramentas tecnológicas, quando integradas de maneira eficaz no processo educacional, podem enriquecer significativamente a experiência de aprendizagem. Este achado está alinhado com as observações de Federige (2021), que notou um aumento no engajamento dos alunos quando recursos multissensoriais são empregados. Tais resultados reforçam a necessidade de repensar práticas pedagógicas tradicionais em favor de métodos que integrem tecnologia de maneira criativa e eficiente.

Essas descobertas são consistentes com a literatura existente sobre ensino híbrido e modelos educacionais inovadores, como o modelo *à la carte* descrito por Morais (2022). A pesquisa reitera a relevância de métodos que permitem aos alunos maior controle sobre seu aprendizado, um conceito que tem sido explorado em diversos estudos anteriores, mas ainda não amplamente adotado em práticas educacionais convencionais.

No entanto, as descobertas deste estudo não estão isentas de limitações. A principal restrição é a dependência da literatura existente que pode não cobrir integralmente os contextos variados nos quais as tecnologias educacionais são implementadas. Como apontado em estudos anteriores (Cain *et al.*, 2016), o impacto da multitarefa pode interferir na eficácia do aprendizado, uma variável que necessita ser mais explorada em contextos de uso intensivo de tecnologia.

Além disso, houve resultados surpreendentes relacionados à eficácia do modelo *à la carte* em ambientes educacionais menos estruturados. Este achado inesperado pode

ser explicado pela literatura, como a pesquisa de Baumgartener *et al.* (2018), que sugere que a autonomia excessiva sem estruturas de suporte adequadas pode levar a resultados de aprendizagem subótimos. Isso indica uma possível desconexão entre a teoria e a aplicação prática de modelos de ensino flexíveis.

Finalmente, este estudo abre caminho para futuras pesquisas que deveriam explorar mais profundamente como diferentes contextos culturais e socioeconômicos influenciam a eficácia das tecnologias educacionais. Seria proveitoso investigar a aplicação de modelos híbridos em diversas regiões geográficas, com foco particular na criação de estruturas de suporte que maximizem os benefícios da tecnologia para todos os estudantes, independentemente de suas condições de partida.

CONCLUSÃO

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de investigar o impacto das tecnologias digitais na personalização e democratização do processo de aprendizagem, conforme delineado nas seções introdutória e metodológica do trabalho. A análise focou em como as ferramentas tecnológicas, particularmente as TDIC, podem facilitar um acesso mais equitativo à educação e potencializar o envolvimento dos alunos através de metodologias inovadoras como o ensino híbrido e modelos *à la carte*.

Os objetivos deste trabalho foram amplamente alcançados, como evidenciado pelas descobertas que confirmam a eficácia dos recursos tecnológicos em melhorar a personalização do ensino e aumentar a inclusão educacional. As tecnologias multissensoriais foram destacadas como particularmente benéficas na promoção do engajamento e na retenção do conhecimento, reafirmando a teoria de que métodos de ensino mais interativos e envolventes podem melhorar significativamente a experiência educacional. Além disso, foi possível validar o modelo de ensino híbrido como uma abordagem eficaz que combina aspectos tradicionais e tecnológicos da educação, proporcionando flexibilidade e autonomia para os estudantes.

Contudo, o estudo também revelou a necessidade de investigações adicionais para abordar as limitações identificadas, especialmente em relação ao equilíbrio entre autonomia do aluno e estruturas de suporte efetivas. Os resultados inesperados relacionados à aplicação do modelo *à la carte* em ambientes menos estruturados

sugerem que futuras pesquisas devem explorar como diferentes configurações de aprendizado influenciam a eficácia desses modelos educacionais.

Para estudos futuros, recomenda-se a exploração da implementação de tecnologias educacionais em diferentes contextos culturais e socioeconômicos. Seria valioso examinar como as variações regionais afetam a recepção e a eficácia das metodologias de ensino tecnológico. Além disso, é essencial desenvolver estratégias que integrem de forma mais eficaz os recursos tecnológicos com suportes pedagógicos, garantindo que a tecnologia seja um facilitador da aprendizagem, e não um distrator.

Em conclusão, este trabalho contribuiu para um entendimento mais profundo sobre o papel das tecnologias digitais na educação, destacando tanto suas potencialidades quanto os desafios que ainda precisam ser superados. As implicações deste estudo são vastas e indicam direções promissoras para futuras investigações que continuem a explorar o complexo interjogo entre tecnologia, pedagogia e inclusão educacional.

REFERÊNCIAS

AMARAL, A. L. N.; GUERRA, L. B. **Neurociência e Educação: olhando para o futuro da aprendizagem**. Brasília: SESI/DN, 2022. p.119. Recuperado de: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/24/33/24331119-5631-42c0-b141-9821064c820c/neurociencia_e_educacao_2022.pdf. Acesso em: 09 de julho de 2024.

BAUMGARTNER, S. E. *et al.* The relationship between media multitasking and attention problems in adolescents: Results of two longitudinal studies. **Human Communication Research**, 44, 2018, p. 3-30. DOI: 10.1093/HCRE.12111.

CAIN, M. S. *et al.* Media multitasking in adolescence. **Psychonomic Bulletin and Review**, v. 23, n. 6, 2016, p. 1932-1941. DOI: 10.3758/s13423-016-1036-3.

COSTA, R. L. S.. Neurociência e aprendizagem. **Revista Brasileira De Educação**, v. 28, 2023, e280010. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782023280010>. Acesso em: 09 de julho de 2024.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

DAMÁSIO, A. R. **E o cérebro criou o homem**. São Paulo: Companhia das Letras, 2011, p.58.

FEDERIGE, A. D. G. C. **O processo de aprendizagem e sua relação com a estrutura da mente para um aprendizado significativo**, 2021, p.10. Recuperado de: <https://repositorio.uninter.com/handle/1/717>. Acesso em: 09 de julho de 2024.

FREGNI, F. **Critical thinking in teaching and learning: the nonintuitive new science of effective learning**. Edição Kindle, 2019, p.25.

MORAIS, J. M.; BARRETO, M. A. M. Resolução de problemas por meio do ensino híbrido: Relacionando neurociência e aprendizagem matemática. **Revista Dynamis**, v. 28, n. 2, 2022, p. 19-38.

SANTANA, A. C. de A. *et al.* Educação & TDIC's democratização, inclusão digital e o exercício pleno da cidadania. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 10, 2021, p. 2084-2106. DOI: 10.51891/rease.v7i10.2748. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/2748>. Acesso em: 09 de julho de 2024.

SANTOS, L. A. da S., TAVARES, A. M. B. do N., SOUZA, I. A. R., MARTINS NETO, A. V., ALVES, C. M. (2023). **Neurociência e aprendizagem: breves notas derivadas de evidências neurocientíficas**. *Revista Foco*, v. 16, n. 9, e3207. Disponível em: <<https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n9-193>>. Acesso em: 09 de julho de 2024.

VANDERVERT, L. Vygotsky meets neuroscience: The cerebellum and the rise of culture through play. **American Journal of Play**, v. 9, n. 2, 2017, p. 202-227.

VASCONCELLOS, A. J. M. D. **A neurociência explicando o comportamento do cérebro na aprendizagem**. p.220. Recuperado de: <https://repositorio.uninter.com/handle/1/751>. Acesso em: 09 de julho de 2024.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 3ª edição. São Paulo: Martins Fontes, 1989.