

Estado da publicação: Não informado pelo autor submissor

CONVERGÊNCIAS EDUCACIONAIS: NEUROAPRENDIZAGEM E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Amanda Gilvani Cordeiro Matias, Sandro Lúcio Nascimento Rocha, Nuno Miguel Taborda Cid Dorotea

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12100>

Submetido em: 2025-05-27

Postado em: 2025-06-03 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

A moderação deste preprint recebeu o endosso de:

SANDRA REGO DE JESUS (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5714-3545>)

ARTIGO

CONVERGÊNCIAS EDUCACIONAIS: NEUROAPRENDIZAGEM E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

AMANDA GILVANI CORDEIRO MATIAS¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0422-3503>
<amanda.matias@edu.ulisboa.pt>

SANDRO LÚCIO NASCIMENTO ROCHA²

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2740-4078>
<sandronascimento2122@gmail.com>

NUNO MIGUEL TABORDA CID DOROTEA³

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2539-060X>
<nunodorotea@edu.ulisboa.pt>

¹ Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Portugal.

² Instituto Multidisciplinar em Saúde da Universidade Federal da Bahia, Brasil.

³ Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Portugal

RESUMO: Recursos assistidos por inteligência artificial com aplicações educacionais, têm atraído cada vez mais atenção em escala global. Embora esses recursos, integrados aos princípios da aprendizagem, tenham potencial transformador, ainda existe uma lacuna quanto à articulação com a inteligência artificial. Assim, este estudo tem o objetivo de descrever o perfil da neuroaprendizagem atrelado a inteligência artificial, suas aplicações e desafios. **Método:** uma revisão de escopo foi conduzida, com artigos publicados nos últimos quatro anos (2022-2025), com buscas realizadas nas bases da SciELO, *Science Direct*, Pubmed/NCBI. A combinação mnemônica PCC (População, Contexto, Conceito) foi utilizada para definir a questão norteadora da pesquisa e o *checklist Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses for Scoping Reviews* (PRISMA-ScR). **Resultados:** Foram incluídos 23 artigos que atenderam aos critérios pré-estabelecidos e, após analisar conteúdos convergentes da inteligência artificial e neuroaprendizagem, verifica-se notória importância dos efeitos de estratégias entre dinâmica cognitiva e pedagógica, para personalização do ensino. **Considerações finais:** os efeitos da neuroaprendizagem e neuroplasticidade, podem ser ainda mais aprimorados por inteligência artificial. Entender como o cérebro processa, retém e utiliza informações favorece o desempenho de sistemas de aprendizagem adaptativos, otimiza estratégias educacionais, promove personalização e protagonismo do aluno. Essas mudanças trazem desafios éticos, como privacidade de dados, vieses da IA e qualidade educacional, exigindo colaboração interdisciplinar e compromisso com valores educacionais.

Palavras-chave: neurodidática, neuroaprendizagem, inteligência artificial, educação.

EDUCATIONAL CONVERGENCES: NEUROLEARNING AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE.

ABSTRACT: Artificial intelligence-assisted resources with educational applications have been attracting increasing attention on a global scale. Although these resources, integrated with learning principles, have transformative potential, there is still a gap in their articulation with artificial intelligence. Thus, this study aims to describe the profile of neurolearning linked to artificial intelligence, its applications and challenges. **Method:** a scoping review was conducted, with articles analyzed in the last four years (2022-2025), with searches in the SciELO, Science Direct, Pubmed/NCBI databases. The mnemonic combination PCC (Population, Context, Concept) was used to define the guiding research question and the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses for Scoping Reviews (PRISMA-

ScR) checklist. **Results:** Twenty-three articles that met the pre-established criteria were included and, after analyzing convergent content on artificial intelligence and neurolearning, the importance of the effects of AI-assisted strategies, cognitive and pedagogical dynamics for personalizing teaching is evident. **Final considerations:** the effects of neurolearning and neuroplasticity can be further enhanced by artificial intelligence. Understanding how the brain processes, retains and uses information favors the performance of adaptive learning systems, optimizes educational strategies, promotes personalization and student protagonism. These changes bring ethical challenges, such as data privacy, AI biases and educational quality, requiring interdisciplinary collaboration and commitment to educational values.

Keywords: neurodidactics, neurolearning, artificial intelligence, education.

CONVERGENCIAS EDUCATIVAS: NEUROPRENDERING E INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

RESUMEN: Los recursos asistidos por inteligencia artificial con aplicaciones educativas han estado atrayendo cada vez más atención a escala mundial. Si bien estos recursos, integrados con los principios de aprendizaje, tienen potencial transformador, aún existe una brecha en su articulación con la inteligencia artificial. Así, este estudio pretende describir el perfil del neuroaprendizaje vinculado a la inteligencia artificial, sus aplicaciones y desafíos. **Método:** se realizó una revisión de alcance, con artículos analizados en los últimos cuatro años (2022-2025), con búsquedas en las bases de datos SciELO, Science Direct, Pubmed/NCBI. Se utilizó la combinación mnemotécnica PCC (Población, Contexto, Concepto) para definir la pregunta de investigación orientadora y la lista de verificación de Elementos de informe preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis para revisiones de alcance (PRISMA-ScR). **Resultados:** Se incluyeron 23 artículos que cumplieron los criterios preestablecidos y, tras analizar el contenido convergente sobre inteligencia artificial y neuroaprendizaje, se evidencia la importancia de los efectos de las estrategias asistidas por IA, las dinámicas cognitivas y pedagógicas para la personalización de la enseñanza. **Consideraciones finales:** los efectos del neuroaprendizaje y la neuroplasticidad pueden mejorarse aún más mediante la inteligencia artificial. Comprender cómo el cerebro procesa, retiene y utiliza la información favorece el desempeño de los sistemas de aprendizaje adaptativo, optimiza las estrategias educativas y promueve la personalización y el protagonismo del estudiante. Estos cambios traen consigo desafíos éticos, como la privacidad de los datos, los sesgos de la IA y la calidad educativa, que requieren colaboración interdisciplinaria y compromiso con los valores educativos.

Palabras clave: neurodidáctica, neuroaprendizaje, inteligencia artificial, educación.

INTRODUÇÃO

A convergência entre a inteligência artificial e preceitos neurocientíficos, rompem com o modelo tradicional de ensino padronizado, promovendo uma educação mais personalizada e centrada no aluno e desafiando o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais de forma integrada. Com isso, o paradigma educacional tem sido instigado a se deslocar da abordagem transmissiva depositária, para uma experiência de aprendizagem inovadora, adaptativa e interativa.

Neste momento de transformação, a colaboração interdisciplinar entre neurocientistas, educadores, engenheiros e desenvolvedores de IA, é fundamental para garantir que o desenvolvimento de tecnologias voltadas à neuroeducação seja tecnicamente eficaz e socialmente ética. Apesar do avanço e importância da IA aplicada à educação, ainda existe uma lacuna expressiva na integração dos princípios da neuroaprendizagem no desenvolvimento de práticas pedagógicas, que sejam justapostas ao entendimento de como o cérebro funciona (Liu *et al.*, 2024; Sadegh-Zadeh *et al.*, 2024).

A aprendizagem e o cérebro são temas indissociáveis e as novas tecnologias assistidas por IA, têm efeitos relevantes nos novos rumos que tem tomado a educação contemporânea, sendo necessário balizar questões éticas e tecnológicas de forma colaborativa. Importa criar estratégias para aplicações de IA que promovam a personalização da aprendizagem responsável e inclusiva, através de processos ponderados no potencial do cérebro humano (Gibson *et al.*, 2023; Grintoni *et al.*, 2024).

Neuroaprendizagem refere-se a uma estrutura educacional que aplica princípios neurocientíficos para aprimorar práticas da aprendizagem. Atrelado ao fenômeno da neuroplasticidade, que compreende a capacidade do cérebro de se adaptar, organizar e aprender. A neuroaprendizagem é uma abordagem interdisciplinar que integra psicologia cognitiva e neurociências para otimizar metodologias educacionais. Foca em estratégias que favorecem o desempenho acadêmico, priorizando processos cognitivos para retenção de informações (Chakraborty *et al.*, 2023; Vieriu e Petrea, 2025).

Para Zhang e Aslan (2022), a integração de tecnologias em iniciativas de neuroaprendizagem é uma questão inadiável, principalmente, com os rápidos avanços da IA na área educacional. Sistemas baseados em IA podem analisar grandes conjuntos de dados referentes ao desempenho e às preferências de aprendizagem dos alunos. Gerando informações para decisões instrucionais e facilitando a personalização no processo de aprendizagem. Assim, as ferramentas assistidas por IA, podem se alinhar aos princípios da neuroaprendizagem para aprimorar resultados educacionais, partindo das evidências de como o cérebro aprende, corroboram Gibson *et al.*, (2023); Vieriu e Petrea, (2025).

A inteligência artificial tem potencial disruptor e vem impulsionando transformações em diversos segmentos, incluindo a área da educação. Demonstra elevada capacidade de processamento para personalização, tomada de decisão e até redução de carga horária de trabalho, superando, em certos contextos, o desempenho humano isolado. São avanços que transformam a práxis pedagógica e otimizam processos de ensino e aprendizagem. No entanto, existe uma lacuna na integração sistemática dos princípios da neuroaprendizagem em sistemas inteligentes educacionais (Grintoni *et al.*, 2024).

A IA é capaz de processar percepções, compreensão, previsão e ações autônomas. É uma tecnologia de aprendizagem robusta e sem precedentes, que amplia a flexibilidade e a adaptabilidade dos computadores como atores interativos no processo educacional (Haleem *et al.*, 2024). Portanto, a relevância deste estudo reside na articulação entre os aspectos cognitivos da aprendizagem e IA, frente às recentes transformações e redefinições educacionais impulsionadas pelas novas tecnologias.

Recentes pesquisas têm apontado que a aplicação da IA em ambientes educacionais tem sido intensificada, possibilitando experiências de aprendizagem personalizadas, adaptando o conteúdo às necessidades do aluno e melhorando o desempenho acadêmico. Estudos dessa natureza são de notória relevância diante das mudanças contemporâneas (Thomson *et al.*, 2024; Ramírez *et al.*, 2025). Entretanto, são ínfimas as publicações de pesquisas experimentais que atrelam a interdisciplinaridade destes conhecimentos, aplicadas às práticas pedagógicas e seus efeitos.

A neurociência aplicada à educação busca compreender como estruturas neurais influenciam o comportamento e a cognição, de modo a fundamentar cientificamente o processo de aprendizagem. Esse conhecimento pode tornar mais eficaz quando usados recursos assistidos por IA. Assim, o objetivo deste estudo é descrever o perfil dos princípios da neuroaprendizagem atrelados à IA, suas aplicações e desafios.

METODOLOGIA

Este estudo, refere-se a uma revisão de escopo. Esse tipo de pesquisa possibilita assinalar uma lacuna e mapear conceitos e temáticas de interesse, com a literatura disponível por meio de análise sistematizada. Esta revisão de escopo preconizou as recomendações do Joanna Briggs Institute (JBI), pelo checklist Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) (Peter *et al.*, 2020).

A questão da pesquisa foi elaborada utilizando a estratégia PCC, que compreende os elementos da sigla mnemônica (População, Conceito e Contexto), a partir dos conhecimentos publicados sobre a inteligência artificial, a neuroaprendizagem no contexto educacional, assim, foram delimitados os elementos: População (P). Processos educacionais ligados aos aspectos cognitivos de aprendizagem assistidos por IA e aceleração e eficiência dos métodos foi definido como Conceito (C). A integração de tecnologia de IA e aplicação pedagógica foi definida como contexto (C). Assim foi gerada a pergunta norteadora desta pesquisa: Qual o cenário de interface entre educação, IA e princípios da neuroaprendizagem?

Foram utilizados os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): “neurodidática”, “neuroaprendizagem”, “neurociência cognitiva”, “inteligência artificial”, educação, na versão em inglês: *neurodidactics, neurolearning, cognitive neuroscience, artificial intelligence, education*. Foram utilizados os indexadores booleanos “OR” “AND” com buscas nas bases eletrônicas da SciELO, *Science Direct* e Google Scholar para obter publicações do período de 2022 a 2025. O Sistema *State of the Art through Systematic Review* (StArt) foi utilizado para minimizar excessos e duplicidade durante as buscas, e o app zotero para organização das referências.

Os critérios de elegibilidade foram os seguintes: critérios de inclusão - artigos originais atrelados às áreas temáticas da educação, neurociências e computação, artigos de acesso aberto, idiomas inglês, espanhol e português, descritores compatíveis no título e/ou resumo. Os critérios de exclusão - artigos de conferências, capítulos de livros, resenhas de conferências, teses, dissertações, ou literatura cinzenta, de acesso restrito e artigos que não atendiam a pergunta norteadora do estudo em questão.

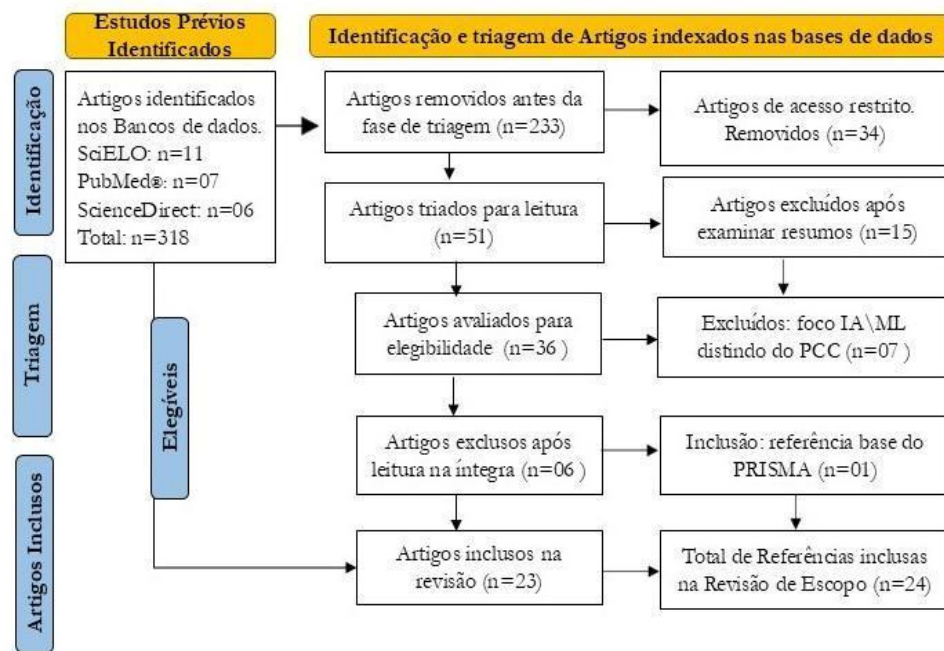
As buscas foram efetuadas de março a maio de 2025 seguindo as etapas: na primeira, foram selecionados títulos e resumos; na segunda seguindo de nova seleção, foram lidos os artigos na íntegra e aplicadas as filtragens conforme fluxograma PRISMA.

As discordâncias foram resolvidas pelo terceiro avaliador, para incluir os artigos elegíveis na amostra dessa pesquisa. Os artigos foram lidos, analisados e sintetizados pelos autores de modo colaborativo. Vale registrar que a qualidade metodológica dos estudos coletados não foi critério para avaliação neste estudo, sendo que na revisão de escopo é opcional. A tipologia deste estudo não requer submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa, por serem dados secundários, de domínio público.

RESULTADOS

No início da busca foram identificados 318 estudos nas bases de dados, entretanto, após aplicação dos critérios conforme fluxograma, foram elegíveis 48 artigos. Após a segunda filtragem foram excluídas as duplicatas, revisões narrativas e literatura fora do foco do PCC. Após as fases subsequentes de filtragens permaneceram elegíveis 23 artigos, mais uma referência que embasa a metodologia, totalizando 24 referências que compuseram a amostra desta pesquisa, conforme a figura 1

Figura 1: Diagrama de fluxo adaptado do PRISMA-ScR referente ao processo de busca e seleção de artigos publicados de 2022-2025.



Fonte: elaborado pelos autores em maio de 2025.

O Quadro 1 apresenta uma síntese da correlação entre a aprendizagem e os aspectos cognitivos fundamentais, como atenção, memória e raciocínio, mediados por diferentes estruturas do encéfalo. Explicitando como o cérebro processa de forma integrada, com regiões específicas desempenhando funções distintas para retenção das informações, como elementos cognitivos essenciais na aprendizagem.

Quadro 1: Síntese dos aspectos cognitivos na aprendizagem, locus e funções encefálicas

Aspecto Cognitivo	Principais Locus Encefálico	Função encefálica e na Aprendizagem
Atenção	Córtex pré-frontal e Parietal	Controle executivo, ativação de redes neurais, modulação sensorial. Foca estímulos relevantes, controla a entrada de Informações na cognição
Memória de trabalho	Córtex pré-frontal, dorso lateral, parietal posterior	Memória temporária para tarefas. Integração de informações, planejamento, tomada de decisão.
Memória de longo Prazo	Hipocampo e córtex temporal medial amígdala (emoções)	Consolida memórias. Armazena e recupera informações, associação emocional.
Linguagem	Área de Broca (produção), Wernicke (compreensão), giro temporal superior	Processamento semântico, sintático. Compreensão da linguagem oral e escrita
Percepção	Córtex sensorial primário e áreas associativas.	Processamento e integração multissensorial, reconhece estímulos sensoriais e padrões
Emoções	Sistema Límbico, Amígdala, córtex orbitofrontal, ínsula	Associa emoções às experiências de aprendizagem, influencia a motivação, comportamento.
Resolução de Problemas e Tomada de decisão	Córtex pré-frontal Ventromedial	Regula respostas, aprendizado por recompensa Avaliação de escolhas. Capacidade de analisar, planejar e executar. Raciocínio lógico, flexibilidade cognitiva, monitora erros e desafios.

Aspecto Cognitivo	Principais Locus Encefálico	Função encefálica e na Aprendizagem
Motricidade	Córtex motor e Cerebelo	Coordenação de movimentos voluntários e aprendizagem motora
Imaginação/ Visualização	Córtex parietal e Occipital	Criação de imagens mentais, importante na leitura e resolução de problemas
Funções executivas	Córtex pré-frontal	Planejamento, controle inibitório, organização e flexibilidade cognitiva

Fonte: Quadro elaborado pelos autores em maio de 2025.

Foram descritos dez principais métodos e tecnologias assistidas por IA aplicadas à educação, considerando aspectos cognitivos na base do processo de neuroaprendizagem. As tecnologias foram agrupadas conforme suas funções pedagógicas e cognitivas, baseado nas referências pesquisadas na base deste estudo, explicitadas no quadro 2.

Quadro 2: Síntese dos aspectos funcionais cognitivos e pedagógicos relacionados a IA

Tecnologia de IA	Função Pedagógica Principal	Função Cognitiva Associada
Sistemas de Tutoria Inteligente (ITS)	Ensino personalizado e feedback imediato (simula um tutor)	Modelação de processos cognitivos e metacognição/automonitoramento
Aprendizagem Adaptativa	Ajuste do conteúdo ao desempenho do aluno - personalização	Regulação da aprendizagem e memória O cérebro se reorganiza e fortalece conexões sinápticas relevantes
Análise de Dados Educacionais (Learning Analytics)	Monitor progresso e identificar padrões de aprendizagem, Personalização	Processa informações, reconhece padrões, tomada de decisão
Gamificação com IA	Engajamento, motivação e colaboração com jogos educativos	Reforço positivo, aprendizagem lúdica, estimula neuroplasticidade
Agentes Pedagógicos Inteligentes	Interação personalizada. Suporte em tarefas/tutoria, atividades e avaliação	Empatia artificial e suporte Socioemocional
Reconhecer Padrões e Anomalias	Identificar comportamentos atípicos Minerar dados em busca por padrões para gerar conhecimentos	Deteção de erros e adaptação de estratégias, tomada de decisão
Sistema de Avaliação Automatizada	Avalia desempenho do aluno, correção e feedback automático em tempo real	Análise cognitiva de respostas e erros, mobiliza a atenção. Metacognição
Plataforma de Ensino Personalizado	Customizar da aprendizagem descentralização do ensino	Adaptação ao estilo cognitivo do aluno, autonomia e autogestão e criatividade
Redes Neurais para Processamento de Linguagem Natural (PLN)	Interação natural com linguagem, a máquina compreende, interpreta, gera e analisa sentimentos humanos.	Compreensão semântica e análise emocional, reforço na aprendizagem, estimula a atenção
Realidade Virtual e Aumentada	Imersão em ambientes de aprendizagem simulados e imersivos	Estímulo sensorial, ativação cortical e espacial, reabilitação cognitiva

Fonte: Quadro elaborado pelos autores em maio de 2025

DISCUSSÃO

O aparato cognitivo desempenha um papel basilar na aprendizagem, influencia o processamento de informações e o desenvolvimento de habilidades. O cérebro, como órgão central da cognição, utiliza diferentes regiões para tarefas específicas, como a atenção, memória, percepção, pensamento, linguagem, emoção e raciocínio. São processos essenciais na aquisição de conhecimento e

funcionamento mental. Cognição e aprendizagem são interdependentes, sendo a cognição o mecanismo mental para efetivação da aprendizagem, pela integração de informação e conhecimento pré-existente (Franquiera *et al.*, 2024; Seaba, 2023).

A cognição é a capacidade de perceber, pensar, aprender, recordar e desenvolver emoções, conforme síntese descritiva no Quadro 1. Ela sustenta o processamento e a retenção das informações adquiridas. A aprendizagem, por sua vez, é um processo dinâmico que envolve sinapses e novas conexões neurais. Utiliza o potencial do cérebro para estimular o desenvolvimento integral. Isso abrange funções cognitivas, executivas e habilidades comportamentais (Nascimento *et al.*, 2022. Seaba, 2023).

Arguedas *et al.* (2024) argumenta que o ensino eficaz deve considerar os aspectos neurocientíficos atrelados aos pedagógicos, em detrimento do ensino depositário, que desconsidera os princípios do funcionamento cerebral no processo de aprendizagem. A prática das funções cognitivas é uma chave que abre para o sucesso escolar. Na perspectiva do protagonismo do aluno, favorecendo a metacognição, enquanto consciência e controle dos próprios processos, com a capacidade de monitorar, avaliar e regular o próprio pensamento e a aprendizagem, corroboram Liu *et al.*, (2024).

A neuroaprendizagem integra conhecimentos interdisciplinares como a psicologia cognitiva, educação e neurociências, aplicáveis à educação e currículos escolares. Incluem orientações para a aplicação em contextos educacionais, com foco em estratégias que promovam a personalização da aprendizagem e a adaptação às diferenças entre os alunos. Ao incorporar fundamentos da cognição voltados à otimização da memória, da atenção e da regulação emocional. Assim, os educadores podem elaborar métodos de ensino mais eficazes, alinhados às necessidades reais dos estudantes (Hengemühle e Castro 2023; Souza, 2024).

Lee *et al.* (2024), avaliou o impacto da IA generativa na aprendizagem, no ensino superior e as perspectivas dos educadores, identificando os principais temas: predominância do ChatGPT; necessidade de apoio institucional; importância do engajamento com os alunos. Referente ao desenvolvimento de habilidades com suporte da universidade, 23% concordaram que a universidade forneceu o suporte e a maioria dos participantes (78%) relataram a necessidade do suporte. Isso indica uma lacuna no treinamento e planejamento pela instituição de ensino, referente às inovações na aprendizagem assistida por IA.

Para Seaba (2023) a neuroaprendizagem é uma força transformadora da educação, baseada em evidências científicas, que são ampliadas quando integradas a recursos de IA para aprimorar resultados. Nascimento *et al.* (2022), explicam que a prática da neuroeducação é a neurodidática, proposta por Gerhard Preiss em 1988, unindo preceitos da neurociência aos métodos e técnicas pedagógicas. Reconhecer o potencial do cérebro, favorece abordagens multifuncionais e ambientes inclusivos, promovendo o desenvolvimento cognitivo e emocional, além de integrar tecnologias às práticas educacionais para facilitar seus processos.

Arguedas *et al.* (2024), explica que entender as emoções e seus efeitos, pode contribuir para o foco, relações mais positivas em sala de aula, e um estado de bem-estar emocional, adequado para aprendizagem. O estado emocional mobiliza recursos cognitivos para a atenção, memória e tomada de decisão. Emoções positivas (alegria, interesse, motivação), estimulam neurotransmissores como dopamina e serotonina e a neuroplasticidade. Emoções negativas intensas e recorrentes (estresse, medo,

ansiedade), libera o cortisol em excesso, prejudica a consolidação de novas conexões e pode comprometer funções hipocámpicas, essencial para a memorização.

A neuroplasticidade, conceito central da neurociência, consiste na capacidade do sistema nervoso (SN) de adaptar suas conexões em resposta a estímulos e experiências. Esta plasticidade expressa a habilidade dos neurônios de fortalecer ou enfraquecer suas conexões pelo uso ou desuso dos circuitos neurais, fundamentais para o desenvolvimento cognitivo. A plasticidade na aprendizagem, ocorre pela reorganização da circuitaria sináptica, especialmente, no hipocampo e córtex cerebral. A integração das funções cognitivas opera em redes neurais em diferentes regiões encefálicas, conforme descrito no Quadro 2 (Sadegh-Zadeh *et al.*, 2024; Souza, 2024; Hengemühle e Castro, 2023).

Assim, a aprendizagem envolve alterações neurobiológicas complexas, por padrões específicos de ativação neuronal em resposta aos estímulos. Por sua vez, conduzem para a plasticidade sináptica, incluindo potenciação e depressão de longo prazo, que organizam as redes neurais. A dopamina modula os processos cognitivos da aprendizagem, reforçando essas redes, especialmente, em contextos de recompensa. A consolidação da memória ocorre sobretudo durante o sono, para fortalecer a circuitaria neural. Memorização imbuída de efeitos emocionais tendem a ser mais duradouros. Compreender esses mecanismos pode impulsionar práticas educacionais mais eficientes (Sadegh-Zadeh *et al.*, 2024).

O conhecimento sobre neuroplasticidade possibilita o desenvolvimento de abordagens educacionais personalizadas, especialmente quando integrado à IA por meio de sistemas adaptativos. A interação entre cérebro e máquina configura uma nova fronteira na aprendizagem humana e artificial. Avanços mostram paralelos entre a adaptação cerebral e o aprendizado algorítmico. Processos neuroplásticos inspira soluções educacionais flexíveis, reforçando a articulação entre ciência cognitiva e tecnologias emergentes (Tarisyi, 2024; Gkintoni *et al.*, 2025; Klimova & Pikhart, 2025).

Estudiosos da neurodidática criticam a educação linear, que por vezes, limita o desenvolvimento do pensamento crítico e potencialidades da mente humana. Esse modelo desconsidera as mudanças impulsionadas pelas novas tecnologias educacionais, em detrimento das exigências contemporâneas para a aprendizagem. Embora a mente humana tenha a extraordinária capacidade de pensar, criar e inovar, os computadores armazenam informações de forma mais ampla e rápida. O diferencial de educadores e demais mentalidades contemporâneas, está em reconhecer o potencial do cérebro humano e, assim, gerar novas compreensões e soluções educacionais (Nascimento *et al.*, 2022; Hengemühle e Castro, 2023).

Camargo e Fernández (2024), esclarecem que os avanços das tecnologias digitais têm transformado os métodos de ensino, tornando o aprendizado mais acessível e personalizado. Essas inovações promovem a colaboração entre estudantes, oferecem aos educadores ferramentas para o planejamento de modo a impulsionar o desenvolvimento de capacidades cognitivas. Plataformas digitais e dispositivos interativos facilitam o acesso à informação, criam ambientes de aprendizagem mais dinâmicos e adaptáveis e promovem o protagonismo do aluno, corroboram Halkiopoulou e Gkintoni (2024).

A perspectiva para aplicação dos princípios da neuroaprendizagem, envolve o uso de métodos e tecnologias alinhados às funções cognitivas. Como por exemplo, o uso de repetição espaçada e prática de recuperação para favorecer a retenção, a compreensão e a aprendizagem. São estratégias eficazes em diferentes contextos e níveis educacionais, atrelando inovações às experiências pedagógicas

(Zhang e Aslan, 2022). A IA em ambientes adaptativos permite monitorar o progresso dos alunos, prever resultados e suporte personalizado. Isso reforça a aprendizagem ativa e promove experiências mais efetivas para apreensão do conhecimento e habilidades (Gibson, 2023; Klimova e Pikhart, 2025).

Recentes pesquisas investigaram a relação mútua entre IA e neurociências: o papel da neurociência, IA e remodelação neural na aprendizagem (Sadeg-Zadeg, 2024); novos algoritmos para validação de técnicas e métodos de IA na educação (Lee et al., 2024); análise do aprendizado por reforço, cognição e ensino (Grintoni, *et al.*, 2024); estudos sobre a estrutura teórica da convergência da IA em espaços educacionais (Tarisayi, 2024); argumentação de educadores às mudanças propaladas por IA, e tecnologias sinérgicas na neuropedagogia (Camargo & Fernández, 2024); efeitos do uso de Chatbot e ChatGPT na aprendizagem atual na medicina (Chakraborty *et al.*, 2024).

Neste cenário, destaca-se a importância do alinhamento da neurociência, processos educacionais e funções do cérebro, atrelados a IA, para promover uma educação disruptiva. Esta interface pode otimizar a carga cognitiva, fortalecer a neuroplasticidade e estimular a inovação. Uso de tutores inteligentes e gamificação aprimoram a aprendizagem adaptativa e colaborativa. Uso de gamificação incentiva o esforço, atenção e retenção. Realidade virtual (RV) e realidade aumentada (RA) promovem experiências imersivas e multissensoriais, favorece o engajamento e aquisição de habilidades práticas (Chakraborty *et al.*, 2023; Gkintoni *et al.*, 2025; Liu *et al.*, 2024).

A Inteligência Artificial Generativa (IAGen) tem modificado as práticas educacionais, oferecendo personalização, maior envolvimento e eficiência. A IAGen como o ChatGPT e DALL·E da OpenAI, criam materiais didáticos personalizados, feedback individualizado, suporte em brainstorming, automatiza tarefas e ambientes de aprendizagem imersivos. Também, apoia a educadores, com modelos de Deep Learning (DL), que cria conteúdos diversos, como textos, imagens e códigos e a automação de tarefas repetitivas, correção de avaliações e elaboração de materiais didáticos (Chakraborty *et al.*, 2023).

A IAGen, é uma subárea que integra a IA, especificamente, da área de Machine Learning (ML), e ainda mais do Deep Learning (DL). Pois, a Inteligência Artificial é um campo geral que cria sistemas capazes de realizar tarefas que exigem inteligência humana. O ML consiste em algoritmos para que sistemas aprendam com dados e, o DL usa redes neurais profundas para aprender representações complexas. A IAGen utiliza modelos para criação de conteúdos, portanto, é um desdobramento avançado e criativo da IA (Chakraborty *et al.*, 2023; Seaba, 2023; Haleem *et al.*, 2022).

A inteligência artificial tem se integrado ao cotidiano das pessoas, por meio de assistentes virtuais, redes sociais, serviços de streaming, carros inteligentes e outros. Desde os estudos de Alan Turing, sobre "máquinas pensantes", um dos pioneiros ao criar um modelo teórico para um computador universal, a IA evoluiu e passou a influenciar diversos setores, incluindo a educação. São avanços de fortes efeitos que suscitam debates éticos, especialmente no uso educacional. O período da pandemia da Covid-19, acelerou a transformação digital em diversos segmentos, incluindo as instituições de ensino, e a IA foi impulsionada como um recurso útil e confiável (Ramírez *et al.*, 2025).

A IA funciona por meio da mineração de dados, combinando grandes volumes de informações para identificar padrões. Utiliza algoritmos pré-programados que permitem ao software tomar decisões de forma autônoma. A integração de algoritmos avançados e poder computacional simula a inteligência humana, ao aprender com dados, personalizar experiências e processar informações de

forma adaptativa, transformando a educação, a partir de estratégias baseadas em perfis neurocognitivos (Tarisayi, 2024; Klimova & Pikhart, 2025).

Sistemas de IA são treinados com vastos conjuntos de dados para executar tarefas de forma autônoma e rápida. São tecnologias de ampla aplicabilidade na educação, resolvendo problemas complexos e facilitando a tomada de decisões, de forma inteligente e intuitiva. Os principais benefícios são metamórficos na educação, nas relações com a tecnologia, comportamento e homem-máquina. Sendo capaz de proporcionar maior precisão e eficácia nas decisões, execução de tarefas repetitivas, com redução de erros e sem interrupção. Torna factível a personalização do ensino, melhoria da aprendizagem individual, maior eficiência administrativa e acesso a recursos avançados (Franqueira *et al.*, 2024; Tarisayi, 2024; Ramírez *et al.*, 2025).

Chakraborty *et al.* (2023) enfatizam que as novas tecnologias já têm transformando o ensino, especialmente em ambientes online, móveis e híbridos. Isso ressalta uma demanda de investimento na formação de educadores para o uso pedagógico da IA, que incorpore princípios neurocientíficos. Camargo e Fernández (2024), acrescentam que a neuroaprendizagem é uma aliada, que contribui para criação de espaços educacionais mais inclusivos e assertivos. Compreender como o cérebro aprende, permite a adaptação de práticas pedagógicas intencionais. Favorece experiências ativas, multimodais, personalizadas, ensino mais interativo e alinhado às necessidades dos alunos.

Ferramentas assistidas por IA viabilizam uma série de atividades pedagógicas, que vão desde as pesquisas, exercícios de memorização até o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, promovendo o engajamento ativo dos estudantes em processos de aprendizagem colaborativa. A inserção de tecnologias educacionais tem o potencial de enriquecer as experiências, ao criar novas possibilidades de interação e personalização, facilitando a compreensão de conteúdos complexos e adaptando-se às especificidades (Souza, 2024).

Gibson *et al.* (2023) e Gkintoni *et al.* (2025) discutem que o uso de ferramentas de IA na tomada de decisões educacionais, permite aos educadores analisar o desempenho dos alunos em tempo real e adaptar estratégias convenientes para apoiar a aprendizagem efetiva. Sendo que, a sinergia entre neuroaprendizagem e IA podem aprimorar as práticas e favorecer o desenvolvimento de ambientes adaptáveis que atendam a diversos estilos de aprendizagem.

A pesquisa conduzida por Camargo e Fernández (2024), realizou uma análise fatorial referente a integração de neuropedagogia, neuroimagem, IA e aprendizagem profunda para otimizar processos educacionais com perfis neurocognitivos individuais, com 297 estudantes e 59 professores. A escala aplicada obteve validade robusta ($KMO=0,89$) sendo que a IA esteve correlacionada como forte preditora de aprendizagem profunda ($\beta=0,39$). Dados de testes indicaram maior ativação cognitiva (córtex frontal) e sincronização teta-gama em atividades com IA. Evidências do potencial transformador dessas tecnologias, apoiam o fundamento da neurodidática para a personalização eficaz da aprendizagem.

A IA tornou-se uma aliada estratégica neste momento de transformação que vem ocorrendo na área de educação, aprimorando processos, uso de metodologia mais imersiva, permitindo ao aluno se tornar protagonista na aquisição do conhecimento. Principalmente, no sentido da personalização, pois cada aluno tem um estilo de aprendizagem único, sendo que, reconhecer essa diversidade é decisivo para um ensino efetivo. O estilo de aprendizagem (visual, auditiva, cinestésica) são formas preferenciais pela qual o indivíduo processa e aprende novas informações. Enquanto, o cérebro funciona de forma

integrada, envolvendo múltiplas áreas e mecanismos como a neuroplasticidade e memória (Haleem, 2022; Ramirez *et al.*, 2025).

Alguns autores discutem a abordagem cérebro-educação, para aprimorar a formação escolar e a aprendizagem, elevando a satisfação e a produtividade dos alunos. Favorecendo o desenvolvimento de competências com potencial para ganhos profissionais e financeiros. Além disso, capacita os educadores a oferecerem experiências customizadas, ajustando o conteúdo e o ritmo do desempenho do aluno. Como por exemplo, as plataformas adaptativas baseadas em redes neurais permitem monitoramento contínuo da aprendizagem, identificando pontos fortes e fracos com precisão (Halkiopoulos e Gkintoni, 2024; Ramirez *et al.*, 2025). Experiências de formação educacional estratégica podem ampliar a satisfação e produtividade dos alunos. Preparando-os para a vida profissional, aprimorando competências essenciais e habilidades específicas, alinhadas às demandas do mercado de trabalho atual, acrescenta Vieriu e Petrea (2025).

A acessibilidade e o suporte são elementos essenciais na educação assistida por IA, especialmente, para alunos com algum tipo de necessidade especial. Tecnologias como o reconhecimento de fala promovem inclusão e adaptam o ensino à diversidade. Desse modo, a intersecção entre neuroaprendizagem e IA permite antecipar necessidades individuais do aluno e estimula a autonomia e a responsabilidade proativa dos alunos em seu processo educativo. A pedagogia baseada no cérebro com a IA, criam interfaces intuitivas e conteúdos interativos adaptados a diferentes estilos de aprendizagem. Recursos como a gamificação, aplicadas em avaliações, por exemplo, aumentam o engajamento e estimulam a cognição dos alunos. Tecnologias adaptativas mobilizam a atenção e reforçam a neuroplasticidade do aprendizado (Chakraborty, *et al.*, 2023).

A IA em sala de aula oferece sistemas de tutoria inteligentes, automatiza tarefas rotineiras como, aplicação e correção de avaliações e agendamento, e promove ensino interativo desenvolvendo metodologias ativas. Técnicas pedagógicas inovadoras facilitam tanto o trabalho individual quanto o colaborativo em equipe, fornecendo maior suporte aos alunos para melhorar os resultados das atividades. Entretanto, o uso da IA na educação, suscita desafios éticos, especialmente quanto à privacidade de dados sensíveis. Ramirez *et al.* (2025), enfatiza que é essencial garantir a segurança, transparência e consentimento no tratamento de informações dos alunos e dos processos.

Na prática, isso significa que os educadores e gestores educacionais devem considerar o equilíbrio entre a integração da IA e abordagens centradas no indivíduo. Embora a IA possa ampliar a eficiência e personalizar a aprendizagem, a dependência excessiva das tecnologias, podem comprometer habilidades interpessoais e desenvolvimento de inteligência emocional, adverte Klimova e Pikhart (2025). Sugerem que tais abordagens educacionais devem ser avaliadas pelos educadores, *a priori*, em conteúdos gerados pela IA e, reconhecer de forma crítica a legitimidade e limitações.

Uma pesquisa recente, investigou os efeitos do uso da IAGen no ensino superior em atividades acadêmicas de pesquisa. Alunos, participantes da pesquisa, que utilizaram o chatbot demonstraram maior capacidade de reflexão crítica em comparação com os que usaram métodos tradicionais. Entre os resultados positivos, destacam-se maior autoeficácia (80%), interação e engajamento (86,7%) e melhor ritmo de aprendizagem (86%). No entanto, o relato dos aspectos negativos atingiu 33,3% referentes às informações incorretas e 86,7% de referências falsas ou inexistentes. Isso evidencia tanto o potencial quanto os desafios da IAGen na educação (Essel *et al.*, 2024).

Para Lee et al. (2024), as universidades têm o compromisso de fornecer aos alunos ferramentas de aprendizagem atualizadas e responder ao cenário tecnológico, que está em rápida mudança. Currículos e práticas pedagógicas precisam ser revistos diante do novo paradigma. Neste estudo com 30 professores, surgiram percepções diversas e incertezas sobre as melhores práticas com IA. Cerca de 50% usam IA, especialmente em avaliações. Menos de 25% se sentem preparados, a maioria busca capacitação para acompanhar os avanços e 89% expressaram preocupações com a IAGen no ensino e pesquisa. Levantaram questões como o plágio, precisão do conteúdo e possível limitação da aprendizagem.

O uso de ferramentas de IA em sala de aula tem se tornado comum, com educadores e alunos adotando plataformas como Quizlet e Anki para memorização, através de flashcards e repetição espaçada. Softwares como *Classcraft* e *Kahoot*, são utilizados para avaliações interativas e aumento do engajamento. Essas tecnologias promovem aprendizagem personalizada e *feedbacks* automáticos, são recursos inclusivos que podem atender aos alunos neurodivergentes (Franqueira *et al.*, 2024; Mc Nenamin, 2024).

Neurodivergente, refere-se aos indivíduos cujo funcionamento cerebral diverge do padrão neurotípico, ou seja, do desempenho considerado atípico pela sociedade. Uma pesquisa com 79 estudantes universitários identificou que 58,8% deles usaram caneta e papel para anotações e 36,8% em documentos digitais, sendo que os alunos neurodivergentes adotaram mais as tecnologias alternativas. Constataram que o uso de smartphones foi predominante e os educadores podem aproveitar esse hábito para melhorar a comunicação e as atividades em sala. Além do uso de outras plataformas como Moodle®, Blackboard® ou Google® Classroom. O desafio é garantir interfaces intuitivas e estimular o engajamento dos alunos, declara Mc Nenamin (2024).

A investigação de Vieriu e Petra (2025), com 85 alunos, identificou os principais tipos de IA usados em atividades acadêmicas, 88,2% dos entrevistados usam assistentes virtuais como o ChatGPT, Siri (Apple), Google Assistant, etc., 42,4% dos entrevistados usam plataformas educacionais baseadas em IA (Coursera, Duolingo, etc.), 17,6% dos entrevistados usam ferramentas de geração automática de conteúdo. Concluíram que mais de 95% dos entrevistados utilizam tecnologias de IA. Demonstram ampla adoção de recursos de IA entre os alunos. Isso reflete tanto os desafios, quanto às oportunidades, da crescente integração de tecnologias no cenário educacional.

A IA pode adaptar a experiência de aprendizagem personalizada e analisar dicas afetivas e cognitivas dos alunos. Isso pode otimizar a atenção, percepção, reduzir a sobrecarga cognitiva e ajudar os alunos a compreender conceitos complexos. Halkiopoulos e Gkintoni (2024), explicam que os autotestes personalizados, aumentam a eficiência na aprendizagem. Os testes neurocientíficos eletrofisiológicos, em tempo real, verificam a atividade cerebral durante a aprendizagem, utilizado em diagnósticos para a personalização.

Assim, os estilos cognitivos individuais são considerados para melhorar o foco e desempenho. Os jogos e as tecnologias imersivas como RV e IA ampliam o envolvimento perceptivo do aluno. A integração de recursos cognitivos e afetivos (interesse, curiosidade, motivação intrínseca) favorece o raciocínio, memória, estimulam e reforçam redes neurais, em pontos fortes do aluno, complementa Liu *et al.* (2024).

Outro estudo, investigou como a IAGen apoia a escrita multimodal, comparado à escrita tradicional em processos cognitivos de alunos de inglês, como língua estrangeira. Dois grupos

produziram, respectivamente, um projeto em PowerPoint (PPT) e uma redação argumentativa com informações coletadas (gravações, entrevistas e textos). O grupo teste (PPT), mostrou mais uso exemplificados, estrutura hierárquica, imagens e conteúdos expandidos por IA. Demonstrando engajamento na criação e avaliação de imagens pelo Bing Chat e ChatGPT. Os autores da pesquisa salientaram as implicações pedagógicas relacionadas aos avanços e aspectos éticos (Liu *et al.*, 2024).

Neste contexto, é fundamental desenvolver uma estrutura ética sólida para o uso da IA nas práticas educacionais, garantindo justiça, inclusão e redução de hesitação. Promover balizar as oportunidades para um ambiente educacional mais equitativo e sensível às diferenças individuais. Modelos de IAGen, treinados com dados diversos, podem produzir vieses, e isso representa um confronto. É essencial usar dados sensíveis eticamente, mitigar riscos e ampliar o acesso à IA na educação em transformação, acautela Camargo e Fernández (2024).

É fundamental planejar o uso de ferramentas de IA gratuitas ou acessíveis para promover inclusão e explorar seu potencial pedagógico. A limitada compreensão do atual cenário de transformação tecnológica pode comprometer a implementação eficaz dessas tecnologias educacionais. Isso demanda formação contínua em IA, aos gestores e educadores. A integração responsável da IA deve priorizar o bem-estar cognitivo e emocional dos alunos. Para isso, é necessário um diálogo permanente entre educadores, formuladores de políticas e desenvolvedores para estabelecer diretrizes seguras (Gkintoni *et al.*, 2025; Seaba, 2023; Hengemühle e Castro, 2023).

Ramírez *et al.* (2024), também enfatiza sobre a necessidade do desenvolvimento de uma estrutura ética abrangente, que assegure justiça, inclusão e eliminação de dubiedades, para aproveitar melhor as oportunidades. Assim, é importante compreender os desafios para minimizar resultados tendenciosos de modelos de IA, sobretudo, com a anuência de educadores na construção do conhecimento, em sala de aula. O diálogo entre educadores, formuladores de políticas e tecnólogos é importante para estabelecer diretrizes éticas e estimular experiências inovadoras com segurança.

É neste contexto que a IAGen emerge como forte agente de transformação, que impulsiona a revolução na educação. Mas, o consumo de conteúdos gerados por essas tecnologias, requerem ser escrutinados, refinados pelos alunos e educadores, sob o risco de adotarem elementos teóricos que não adendam ao contexto curricular desejável (Gkintoni *et al.*, 2025; Tarisayi, 2024; Essel *et al.*, 2024).

Apesar da rica quantidade de estudos, várias questões sobre aplicabilidades e efeitos de longo prazo das tecnologias de IA, neurodidática e educação, ainda necessitam de esclarecimentos. Com um olhar mais atento voltado para funções do cérebro como órgão responsável pela aprendizagem e preponderância cognitiva.

As limitações deste estudo, refere-se à restrição à análise de artigos publicados em periódicos específicos, o que pode ter reduzido a abrangência das informações. A seleção baseada em critérios pré-estabelecidos e janela temporal limitada, também, pode ter excluído dados relevantes. Apesar dos esforços de objetividade, alguns estudos pertinentes podem não ter sido considerados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A neuroaprendizagem constitui uma abordagem interdisciplinar que articula princípios das neurociências, da neuroplasticidade e das funções cognitivas, para compreender mecanismos neurais

subjacentes à aprendizagem. Esse processo pode ser aprimorado pela convergência com tecnologias assistidas por IA, com potencial para personalizar e otimizar experiências educacionais.

Entender como o cérebro aprende torna-se decisivo diante dos avanços tecnológicos contemporâneos para o aperfeiçoamento de práticas pedagógicas, despontando possibilidades inovadoras no processo educacional. Assim, torna-se essencial estabelecer diretrizes éticas que acompanhem essas mudanças paradigmáticas.

REFERÊNCIAS

ARGUEDAS, Marta; Daradoumis T, Caballé S. Measuring the effects of pedagogical agent cognitive and affective feedback on students academic performance. *Front Artif Intell*, v.16, n. 7, p. 1495342, 2024. <doi: 10.3389/frai.2024.1495342>.

CAMARGO, Cristina Barros; Fernández, A.H. Neuropedagogy and Neuroimaging of Artificial Intelligence and Deep Learning. *Educational Process: International Journal*, v. 13, n. 3, p. 97-115, 2024. <doi.org/10.22521/edupij.2024.133.6>.

CHAKRABORTY, Chiranjib; Pal S; Bhattacharya et al. Overview of Chatbots with special emphasis on artificial intelligence-enabled ChatGPT in medical science. *Front Artif Intell*, v. 31, n. 6, p. 1237704, 2023. <doi: 10.3389/frai.2023.1237704>.

ESSEL, Harry Barton; Vlachopoulos, D; Essuman, AB et al. ChatGPT effects on cognitive skills of undergraduate students: Receiving instant responses from AI-based conversational large language models. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, v. 6, n. 01, p.100198, 2024.<doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100198>

FRANQUEIRA, Alberto Silva; Rodrigues, C.A.D; Costa, F.S., et al. O papel da inteligência artificial no apoio ao ensino personalizado. *Cognitionis Scientific Journal*, v. 7, n. 2, 2024. <doi.org/10.38087/2595.8801.395>.

GIBSON, David; Kovanovic, V; Dexter S et al., Learning theories for artificial intelligence promoting learning processes. *BJET Journals*, v.54, n. 5, p. 15-27 2023. <<https://doi.org/10.1111/bjet.13341>>.

GKINTONI, Evgenia; Antonopoulou, H; Sortwell, A et al. Challenging Cognitive Load Theory: The Role of Educational Neuroscience and Artificial Intelligence in Redefining Learning Efficacy. *Brain Sci*, v. 15, n. 2, p. 203-216, 2024. <doi:10.3390/brainsci15020203>.

HALEEM, Abid; Javaid, M; Qadri, M.A, et al. Understanding the role of digital technologies in education. *Sustainable Operations and Computers*, v. 3,n. 1, p. 275-285, 2022. <doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>.

HALKIOPOULOS, Constatinos; Gkintoni, E. Leveraging AI in E-Learning: Personalized Learning and Adaptive Assessment through Cognitive Neuropsychology. *MPDI Electronics*, v. 13, n. 18, p. 3762, 2024. <doi.org/10.3390/electronics13183762>.

HENGEMÜHLE, Adelar; Castro M.B. Neurolearning: contributions of neuroscience to education. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, v. 15, n.4, p. 3845-3858, 2023. <doi:10.55905/cuadv15n4-045>.

- KLIMOVA, Blanka; Pikhart M. Exploring the effects of artificial intelligence on student and academic well-being in higher education. *Front Psychol*, v. 3, n. 16, p.1498132, 2025. <doi:10.3389/fpsyg.2025.1498132>
- LEE, Daniel; Arnold, M; Srivastava, A, et al. The impact of generative AI on higher education learning and teaching: A study of educators' perspectives. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, v. 6, n. 2, p. 100221, 2024. <doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100221>.
- LIU, Meilu; Zhang, L.J; Biebricher, C. Investigating students cognitive processes in generative AI-assisted digital multimodal composing and traditional writing. *Computers & Education*, v. 211, n. 1, p. 104977, 2024. <doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104977>.
- MC MENAMIN, Chloe; Cameron, K. The use of digital tools for learning by neurotypical and neurodiverse animal science students. *Contemporary Research Topics - Learning and Teaching*, v.13, n. 11, p. 66-77, 2024. <doi.org/10.34074/scop.4013018>.
- NASCIMENTO, Maria Selma Lima. Neuroeducation and technology: emerging partners in the teaching-learning process in the educational context of the XXI century. *Texto Livre*, v.15, n. 1, p. e40459, 2022. <doi.org/10.35699/1983-3652.2022.40459>.
- PETERS, Micah; Godfrey, C; McInerney, P, et al. Revisões de escopo in: Aromataris E, Munn Z, editores. *Manual JBI para síntese de evidências*. Adelaide: JBI. Capítulo 11, 2020. <doi.org/10.46658/JBIMES-24-09>.
- RAMÍREZ, Luiz Enrique Zegarra; Nakiche K.C, Calla W.H.C. Transforming university teaching with the use of artificial intelligence: opportunities and challenges. *Revista InveCom*, v. 5, n. 2, p. e502050, 2025. <doi.org/10.5281/zenodo.13386114>
- SADEGH-ZADEH, Seyed Ali; Bahrami M, Soleimani O. et al. Neural reshaping: the plasticity of human brain and artificial intelligence in the learning process. *Am J Neurodegener Dis*, v. 25, n. 5, p.34-48, 2024. <doi: 10.62347/NHKD7661>.
- SEABA, Victor Eziulo Seth. Revolutionizing Education: Exploring the Potential of AI-Enabled Brain-Based Learning for Enhanced Cognitive Development. *Open Access Library Journal*, v. 10, n. 1, p. 1-20, 2023. <doi:10.4236/oalib.1110763>.
- SOUZA, Jadilson. Os fundamentos da neuroaprendizagem atrelados às tecnologias: uma perspectiva metodológica nos processos formativos dos discentes. *Ensino De Ciências E Tecnologia Em Revista- ENCITEC*, v. 14, n. 1, p.152-168, 2024. <doi.org/10.31512/encitec.v14i1.1189>.
- TARISAYI, Kudzayi Savious. A Theoretical Framework for Interrogating the Integration of Artificial Intelligence in Education. *Research on Education Media*, v. 16, n. 1, p. 01-07, 2024. <doi:10.2478/rem-2024-0006>.
- THOMSON, Sarah; Pickard-Jones B.A; Baines S., et al. The impact of AI on education and careers: What do students think? *Front. Artif. Intell*, v.7, n. 1, p. 01-15, 2024. <doi:10.3389/frai.2024.1457299>.
- VIERIU, Aniella Mihaela; Petrea, G. The Impact of Artificial Intelligence (AI) on Students' Academic Development. *Ciências da Educação*, v. 15, n. 3, p. 343, 2025. <doi.org/10.3390/educsci15030343>.

ZHANG, Ke; Aslan, A.B. AI technologies for education: Recent research & future directions, *Computers and Education: Artificial Intelligence*, v. 2, n. 1, p. 100025, 2022. <doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100025>.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Autora1 – idealização do projeto, delineamento metodológico, análise dos dados, escrita do texto.

Autor 2 - coleta de dados, seleção dos artigos, organização e edição do manuscrito

Autor 3 - análise dos dados e revisão final do manuscrito.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram que não existe conflito de interesse com o presente artigo.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.