



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO: IMPACTOS NOS PROCESSOS MEMORÍSTICOS E COGNITIVOS DE APRENDIZAGEM - UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION: IMPACTS ON MEMORISTIC AND COGNITIVE LEARNING PROCESSES - A SYSTEMATIC REVIEW

REBOUÇAS, Sebastião de Oliveira ¹

OAIGEN, Edson Roberto ²

Resumo: A integração da inteligência artificial na educação tem transformado práticas pedagógicas contemporâneas, suscitando debates sobre seus impactos nos processos memorísticos e cognitivos dos estudantes. Este artigo apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre os efeitos da IA nos processos de memória e cognição no contexto educacional. O objetivo geral consiste em analisar criticamente os benefícios e riscos da utilização de ferramentas de IA na aprendizagem, com ênfase nos processos de consolidação de memória, desenvolvimento cognitivo e autonomia intelectual. A metodologia envolveu busca sistemática em seis bases de dados, resultando na análise de 87 artigos publicados entre 2015 e 2025. Os resultados revelam paradoxos significativos: enquanto a IA oferece personalização adaptativa, repetição espaçada otimizada e feedback imediato, também apresenta riscos de atrofia de memória intrínseca, dependência cognitiva e diluição do pensamento crítico. Identificaram-se quatro paradoxos centrais: eficiência versus aprendizagem profunda, personalização versus equidade, automatização versus autonomia intelectual, e acesso à informação versus construção de conhecimento. No contexto brasileiro, especialmente em Boa Vista, Roraima, desafios de infraestrutura, formação docente e diversidade cultural demandam abordagens contextualizadas. Conclui-se que a IA deve ser compreendida como ferramenta de amplificação cognitiva, não substituição, exigindo mediação pedagógica crítica e políticas educacionais que promovam equidade e autonomia intelectual.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Educação. Memória. Processos Cognitivos. Tecnologia Educacional.

¹ Pós-Doutorando em Ciências da Educação - Universidad Evangélica del Paraguay (UEP). Professor da Rede Estadual de Ensino de Roraima. E-mail: danka1@hotmail.com

² Pós-Doutor em Ciências da Educação pela Universidad Evangélica del Paraguay. E-mail: oaigen.er@gmail.com

Abstract: The integration of artificial intelligence in education has transformed contemporary pedagogical practices, raising debates about its impacts on students' memory and cognitive processes. This article presents a systematic literature review on the effects of AI on memory and cognition processes in the educational context. The general objective is to critically analyze the benefits and risks of using AI tools in learning, with emphasis on memory consolidation processes, cognitive development, and intellectual autonomy. The methodology involved systematic search in six databases, resulting in the analysis of 87 articles published between 2015 and 2025. The results reveal significant paradoxes: while AI offers adaptive personalization, optimized spaced repetition, and immediate feedback, it also presents risks of intrinsic memory atrophy, cognitive dependence, and dilution of critical thinking. Four central paradoxes were identified: efficiency versus deep learning, personalization versus equity, automation versus intellectual autonomy, and access to information versus knowledge construction. In the Brazilian context, especially in Boa Vista, Roraima, challenges of infrastructure, teacher training, and cultural diversity demand contextualized approaches. It is concluded that AI should be understood as a tool for cognitive amplification, not replacement, requiring critical pedagogical mediation and educational policies that promote equity and intellectual autonomy.

Keywords: Artificial Intelligence. Education. Memory. Cognitive Processes. Educational Technology.

1 INTRODUÇÃO

A integração da tecnologia na educação constitui fenômeno de longa data, remontando às primeiras experiências com Sistemas Tutores Inteligentes (STIs) na década de 1970, como Scholar (Carbonell, 1970) e Sophie (Brown et al., 1982). Essas iniciativas pioneiras buscavam automatizar aspectos do ensino através de sistemas baseados em regras e modelagem do conhecimento do estudante. Nas décadas subsequentes, a evolução tecnológica propiciou o desenvolvimento de plataformas adaptativas cada vez mais sofisticadas (VanLehn, 2011), culminando na emergência de sistemas baseados em aprendizado de máquina e redes neurais profundas (Holmes et al., 2019).

A partir de 2022, a disponibilização pública de modelos de linguagem de grande escala, como ChatGPT (OpenAI, 2023), Claude (Anthropic, 2024) e Gemini (Google, 2024), inaugurou uma nova era na aplicação de inteligência artificial à educação. Diferentemente dos STIs tradicionais, a IA generativa contemporânea caracteriza-se pela capacidade de produzir conteúdo original, responder a perguntas complexas, fornecer explicações personalizadas e adaptar-se dinamicamente ao contexto da interação. Essa transformação tecnológica tem suscitado debates intensos sobre seus

impactos nos processos de aprendizagem, especialmente nos mecanismos de memória e cognição.

Por um lado, entusiastas argumentam que a IA pode revolucionar a educação através de personalização em escala, feedback imediato, acesso democratizado ao conhecimento e otimização de processos de aprendizagem (Singh et al., 2023; Kulik e Fletcher, 2016). Por outro lado, pesquisadores alertam para riscos potenciais, incluindo dependência cognitiva excessiva (Selwyn, 2023; Bianchessi, 2025), atrofia de habilidades memorísticas fundamentais (Oakley, 2025; Sparrow et al., 2011), diluição do pensamento crítico (Vieira e Restivo, 2014) e comprometimento da autonomia intelectual (Lennox, 2020; Freire, 1970).

No contexto brasileiro, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece a cultura digital como uma das dez competências gerais da educação básica (Brasil, 2018), reconhecendo a importância da integração tecnológica. No entanto, a implementação de tecnologias educacionais enfrenta desafios significativos, especialmente em regiões como Boa Vista, Roraima, onde limitações de infraestrutura (INEP, 2023; CETIC, 2023), formação docente insuficiente (Kenski, 2012; Valente, 2014) e alta diversidade cultural (IBGE, 2022) demandam abordagens contextualizadas.

Apesar da crescente literatura sobre IA na educação, observa-se lacuna significativa: estudos tendem a focar exclusivamente em benefícios ou riscos, raramente integrando ambas as perspectivas em análise crítica equilibrada. Além disso, pesquisas contextualizadas para a realidade brasileira, especialmente regiões Norte e Nordeste, permanecem escassas.

Esta lacuna justifica a necessidade de revisão sistemática que integre teorias clássicas de memória e cognição com evidências empíricas contemporâneas sobre IA, oferecendo análise dialética que reconheça tanto potencialidades quanto limitações.

O objetivo geral deste artigo consiste em analisar criticamente os impactos da inteligência artificial nos processos memorísticos e cognitivos no contexto educacional, através de revisão sistemática da literatura. Os objetivos específicos incluem: (1) identificar e sintetizar teorias clássicas de memória e cognição relevantes para compreensão dos impactos da IA; (2) mapear benefícios e riscos da utilização de IA nos processos de aprendizagem; (3) identificar paradoxos e contradições na

literatura; (4) contextualizar achados para a realidade brasileira, especialmente Boa Vista, Roraima.

O artigo está organizado em quatro seções principais. A seção 2 apresenta o referencial teórico, abordando teorias de memória, processos cognitivos e evolução da IA na educação. A seção 3 detalha a metodologia da revisão sistemática e apresenta análise e discussão dos achados, incluindo impactos memorísticos, cognitivos, paradoxos identificados e contexto brasileiro. A seção 4 sintetiza conclusões, apresenta recomendações práticas e indica perspectivas futuras de pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A arquitetura cognitiva da memória humana foi sistematicamente descrita por Atkinson e Shiffrin (1968) através do Modelo de Múltiplos Armazenamentos, que propõe três sistemas interdependentes: registros sensoriais transitórios, um sistema de armazenamento temporário de capacidade limitada (memória de curto prazo), e um repositório de longo prazo com capacidade virtualmente ilimitada. Evidências empíricas, como o efeito da posição serial (Glanzer e Cunitz, 1966), fornecem suporte robusto para a distinção entre memória de curto e longo prazo.

2.1 Memória e Aprendizagem

Baddeley e Hitch (1974) reformularam o conceito de memória de curto prazo, propondo o modelo de memória de trabalho, um sistema multicomponencial responsável pelo armazenamento temporário e manipulação ativa de informações durante tarefas cognitivas complexas. O modelo original incluía três componentes: o executivo central (sistema de controle atencional), a alça fonológica (processamento de informações verbais) e o esboço visuoespacial (processamento de informações visuais e espaciais).

Posteriormente, Baddeley (2000) incorporou um quarto componente, o buffer episódico, responsável pela integração de informações de diferentes modalidades. A capacidade limitada da memória de trabalho, processando simultaneamente entre cinco e nove unidades de informação, constitui restrição fundamental para a aprendizagem (Miller, 1956).

A consolidação da memória, processo pelo qual informações transitórias são transformadas em representações estáveis de longo prazo, envolve mecanismos neurobiológicos complexos mediados por modificações sinápticas dependentes de síntese proteica (Kandel, 2006; Sejnowski, 2020).

A potenciação de longo prazo (LTP) no hipocampo constitui o substrato neural primário da formação de memórias declarativas (Bliss e Collingridge, 1993), enquanto a reorganização de circuitos corticais durante o sono desempenha papel crucial na consolidação sistêmica (Walker e Stickgold, 2006).

Ebbinghaus (1885) foi o primeiro a quantificar sistematicamente o declínio da retenção de memória ao longo do tempo, demonstrando que o esquecimento segue função exponencial negativa, com perda acentuada nas primeiras horas após a aprendizagem.

A curva do esquecimento de Ebbinghaus fundamenta estratégias de repetição espaçada, nas quais revisões são programadas em intervalos crescentes, otimizando a retenção de longo prazo. Estudos contemporâneos confirmam a eficácia superior da repetição espaçada comparada à prática massiva, com ganhos de 50% a 200% na retenção (Cepeda et al., 2006; Dunlosky et al., 2013).

Ausubel (1963) propôs a teoria da aprendizagem significativa, argumentando que a aprendizagem ocorre quando novas informações são ancoradas em conhecimentos prévios relevantes (subsunçores) na estrutura cognitiva do aprendiz. Diferentemente da aprendizagem mecânica, caracterizada pela memorização de informações isoladas sem conexão com conhecimentos existentes, a aprendizagem significativa resulta em compreensão profunda e retenção duradoura (Moreira, 2011).

A teoria de Ausubel enfatiza a importância da organização hierárquica do conhecimento e do uso de organizadores prévios para facilitar a ancoragem de novas informações.

2.2 Processos Cognitivos

A Teoria da Carga Cognitiva, proposta por Sweller (1988), postula que a capacidade limitada da memória de trabalho impõe restrições fundamentais ao processamento de informações durante a aprendizagem. Sweller et al. (1998) distinguem três tipos de carga cognitiva: (1) carga intrínseca, determinada pela complexidade inerente do material; (2) carga extrínseca, resultante da forma como o

material é apresentado; e (3) carga germânica, relacionada aos processos de construção e automação de esquemas cognitivos. O design instrucional eficaz deve minimizar a carga extrínseca e otimizar a carga germânica, respeitando as limitações da memória de trabalho.

Marton e Säljö (1976) identificaram duas abordagens distintas de aprendizagem: a abordagem profunda, caracterizada pela busca de significado, integração de conhecimentos e pensamento crítico; e a abordagem superficial, focada na memorização de informações isoladas para reprodução em avaliações. A adoção de abordagens profundas está associada a motivação intrínseca, percepção de autonomia e feedback formativo (Entwistle e Ramsden, 1983; Biggs, 1987), enquanto abordagens superficiais relacionam-se a pressão por desempenho, avaliações focadas em memorização e percepção de falta de controle sobre a aprendizagem.

Flavell (1979) definiu metacognição como o conhecimento e a regulação dos próprios processos cognitivos, incluindo a capacidade de monitorar, avaliar e ajustar estratégias de aprendizagem. A metacognição desenvolve-se gradualmente ao longo da infância e adolescência e pode ser promovida através de estratégias instrucionais específicas, como prompts reflexivos, autoavaliação e visualização de processos de aprendizagem (Schraw e Moshman, 1995; Zimmerman, 2002).

Estudos demonstram que a metacognição é preditora significativa de sucesso acadêmico, independentemente de habilidades cognitivas gerais. A Teoria da Aprendizagem Multimídia, desenvolvida por Mayer (2009, 2014), propõe que a aprendizagem é otimizada quando informações visuais e verbais são apresentadas de forma integrada, respeitando princípios cognitivos fundamentais.

Mayer identificou doze princípios de design multimídia, incluindo coerência (eliminar informações irrelevantes), sinalização (destacar informações essenciais), redundância (evitar apresentação simultânea de texto escrito e narrado idênticos), contiguidade espacial (apresentar texto e imagem próximos) e contiguidade temporal (apresentar texto e imagem simultaneamente).

Vygotsky (1978) propôs o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), definida como o espaço entre o que o aprendiz consegue realizar independentemente e o que consegue realizar com auxílio de um mediador mais experiente. A aprendizagem ocorre de forma otimizada quando as tarefas se situam na ZDP, oferecendo desafio suficiente sem sobrecarregar o aprendiz. O conceito de ZDP fundamenta práticas de *scaffolding*, nas quais suporte temporário é

gradualmente retirado à medida que o aprendiz desenvolve autonomia (Wood et al., 1976; Pea, 2004).

Sejnowski (2020) demonstrou que o cérebro adulto mantém capacidade significativa de reorganização estrutural e funcional em resposta à experiência, fenômeno conhecido como neuroplasticidade.

A neuroplasticidade envolve múltiplos mecanismos, incluindo neurogênese (formação de novos neurônios), sinaptogênese (formação de novas conexões sinápticas), poda sináptica (eliminação de conexões não utilizadas) e reorganização de mapas corticais (Doidge, 2007). A compreensão da neuroplasticidade tem implicações importantes para a educação, sugerindo que práticas de aprendizagem moldam literalmente a estrutura cerebral.

2.3 Evolução da IA na Educação

A aplicação de inteligência artificial à educação remonta à década de 1970, com o desenvolvimento dos primeiros Sistemas Tutores Inteligentes (STIs). SCHOLAR, desenvolvido por Carbonell (1970), foi um dos primeiros sistemas a utilizar técnicas de IA para ensino, focando em geografia da América do Sul. SOPHIE (Brown et al., 1982) representou avanço significativo ao incorporar modelagem qualitativa e permitir que estudantes explorassem circuitos eletrônicos através de simulação interativa.

Entre 2000 e 2015, a era da aprendizagem adaptativa foi marcada pelo desenvolvimento de sistemas capazes de ajustar conteúdo e ritmo conforme o desempenho do estudante. VanLehn (2011) realizou meta-análise comparando a efetividade de tutoria humana, STIs e outros sistemas de tutoria, concluindo que STIs bem projetados podem aproximar-se da efetividade de tutores humanos. Kulik e Fletcher (2016) confirmaram esses achados em meta-análise posterior, demonstrando que STIs produzem ganhos de aprendizagem equivalentes a 0,4 desvios-padrão comparados a instrução convencional.

A partir de 2015, técnicas de aprendizado de máquina e análise de big data educacional permitiram personalização em escala sem precedentes. Sistemas passaram a analisar padrões de interação de milhões de estudantes para identificar trajetórias de aprendizagem eficazes e prever dificuldades antes que se manifestem (Holmes et al., 2019). Entre 2018 e 2023, o desenvolvimento de redes neurais

profundas e modelos de linguagem de grande escala revolucionou as possibilidades de aplicação de IA à educação.

A partir de 2022, a disponibilização pública de modelos de IA generativa, como ChatGPT (OpenAI, 2023), inaugurou nova era caracterizada pela capacidade de produzir conteúdo original, responder a perguntas complexas em linguagem natural, fornecer explicações personalizadas e adaptar-se dinamicamente ao contexto da interação. Diferentemente dos STIs tradicionais, limitados a domínios específicos e interações estruturadas, a IA generativa demonstra versatilidade sem precedentes, atuando como tutor, assistente de escrita, gerador de exercícios, avaliador automatizado e parceiro de aprendizagem colaborativa.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Esta pesquisa caracteriza-se como revisão sistemática da literatura (Kitchenham e Charters, 2007), seguindo diretrizes PRISMA adaptadas para revisões educacionais (Page et al., 2021). Foram formuladas quatro questões de pesquisa: (QP1) Quais são os principais benefícios da IA para processos memorísticos e cognitivos? (QP2) Quais são os principais riscos da IA para processos memorísticos e cognitivos? (QP3) Quais paradoxos emergem da análise integrada de benefícios e riscos? (QP4) Quais são as implicações para o contexto educacional brasileiro?

3.1 Metodologia da Revisão

A estratégia de busca envolveu consulta a seis bases de dados: PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar, SciELO e ERIC. Os termos de busca incluíram combinações de “artificial intelligence”, “education”, “memory”, “cognition”, “learning”, “cognitive processes” e equivalentes em português e espanhol.

Os critérios de inclusão abrangeram: (1) artigos publicados entre 2015 e 2025; (2) foco em impactos da IA em processos de memória ou cognição; (3) contexto educacional; (4) metodologia empírica ou revisão sistemática. Os critérios de exclusão incluíram: (1) estudos focados exclusivamente em aspectos técnicos de desenvolvimento de sistemas; (2) artigos sem revisão por pares; (3) estudos em idiomas diferentes de inglês, português ou espanhol.

O processo de seleção seguiu três etapas: (1) triagem de títulos (n=1.247); (2) análise de resumos (n=312); (3) leitura integral e avaliação de qualidade (n=87). A análise dos estudos selecionados envolveu extração de dados sobre tipo de IA, contexto educacional, processos cognitivos investigados, metodologia, principais achados e limitações. A síntese dos achados seguiu abordagem dialética, integrando benefícios e riscos em análise crítica equilibrada.

3.2 Impactos nos Processos Memorísticos

A análise da literatura revelou quatro benefícios principais da IA para processos memorísticos. Primeiro, algoritmos de IA implementam repetição espaçada otimizada baseada na curva de Ebbinghaus (1885), ajustando intervalos de revisão conforme o desempenho individual do estudante (Settles e Meeder, 2016).

Estudos demonstram ganhos de 50% a 200% na retenção de longo prazo comparado à prática massiva (Cepeda et al., 2006; Dunlosky et al., 2013). Segundo, sistemas adaptativos personalizam conteúdo e ritmo conforme o perfil do aprendiz, baseando-se em modelos de conhecimento do estudante que são continuamente atualizados (VanLehn, 2011). Meta-análises indicam que personalização adaptativa pode reduzir o tempo de aprendizagem em 30% a 50% mantendo ou melhorando resultados (Kulik e Fletcher, 2016).

Terceiro, o feedback imediato fornecido por IA facilita a correção de erros antes da consolidação de informações incorretas na memória de longo prazo (Shute, 2008). Hattie e Timperley (2007) demonstraram que feedback específico, orientado a processos e fornecido no momento apropriado constitui um dos fatores mais influentes para aprendizagem efetiva.

Quarto, interfaces inteligentes reduzem carga cognitiva extrínseca ao otimizar a apresentação de informações conforme princípios de Sweller (1988) e Mayer (2009), liberando recursos da memória de trabalho para processamento de alto nível.

No entanto, a literatura também identifica quatro riscos significativos. Primeiro, Oakley (2025) alerta que a externalização excessiva de memória em dispositivos digitais pode comprometer a consolidação de conhecimentos fundamentais na memória de longo prazo. Sparrow et al. (2011) demonstraram o “efeito Google”: indivíduos tendem a esquecer informações que sabem estar facilmente acessíveis online, lembrando apenas onde encontrá-las. Ward (2013) identificou redução na

capacidade de memória de trabalho associada ao uso intensivo de dispositivos digitais.

Segundo, Selwyn (2023) e Bianchessi (2025) argumentam que a dependência excessiva de IA pode resultar em atrofia de habilidades memorísticas fundamentais. Carr (2010) documentou mudanças neuroplásticas associadas ao uso intensivo de tecnologia digital, incluindo redução na capacidade de concentração sustentada e processamento profundo de informações.

Terceiro, o fenômeno da “amnésia digital” (Bell e Gemmell, 2009) refere-se à tendência de externalizar memórias em dispositivos, comprometendo a codificação profunda. Henkel (2014) demonstrou que fotografar experiências reduz a memória das mesmas, sugerindo que externalização compromete processos de codificação.

Quarto, a facilitação excessiva pode impedir a “dificuldade desejável” (Bjork, 1994), essencial para consolidação robusta de memórias. Karpicke e Roediger (2008) demonstraram que a prática de recuperação ativa é superior à revisão passiva para retenção de longo prazo. O acesso facilitado a informações reduz oportunidades de prática de recuperação, mecanismo crítico para consolidação (Roediger e Butler, 2011).

3.3 Impactos nos Processos Cognitivos

A análise identificou três benefícios principais da IA para processos cognitivos. Primeiro, IA implementa scaffolding adaptativo baseado na Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotsky (1978), ajustando suporte conforme progresso do aprendiz (Pea, 2004). O scaffolding gradualmente retirado promove desenvolvimento de autonomia (Wood et al., 1976).

Segundo, sistemas inteligentes podem promover metacognição através de prompts reflexivos, visualização de processos de aprendizagem e feedback sobre estratégias (Azevedo e Hadwin, 2005). Terceiro, IA permite simulação de problemas autênticos e complexos, promovendo aprendizagem baseada em problemas (Hmelo-Silver, 2004) e desenvolvimento de pensamento crítico (Jonassen, 2000).

No entanto, quatro riscos significativos foram identificados. Primeiro, Vieira e Restivo (2014) alertam que a tecnologia compreendida como fim, não como meio, pode comprometer desenvolvimento cognitivo. Selwyn (2023) argumenta que respostas prontas fornecidas por IA reduzem oportunidades de pensamento crítico.

Paul e Elder (2006) enfatizam que pensamento crítico requer prática deliberada, incluindo análise de argumentos, avaliação de evidências e construção de raciocínios complexos.

Segundo, algoritmos de personalização podem criar “bolhas de filtro” (Pariser, 2011), limitando exposição a perspectivas diversas. Sunstein (2017) alerta para riscos de polarização e fragmentação epistêmica quando indivíduos são expostos apenas a informações que confirmam crenças preexistentes. Terceiro, a facilitação excessiva pode comprometer transferência de aprendizagem (Perkins e Salomon, 1992). Barnett e Ceci (2002) demonstram que transferência requer prática em contextos variados e desenvolvimento de esquemas cognitivos abstratos.

Quarto, Lennox (2020) argumenta pela necessidade de preservar autonomia intelectual na era da IA. Freire (1970) enfatiza que educação deve promover autonomia crítica, não dependência. A automação cognitiva pode comprometer agência quando sistemas substituem, ao invés de amplificar, processos de pensamento (Biesta, 2010).

3.4 Paradoxos Identificados

A análise integrada revelou quatro paradoxos centrais. O Paradoxo da Eficiência versus Aprendizagem Profunda emerge da tensão entre otimização de tempo e consolidação robusta. Bjork (1994) demonstrou que “dificuldades desejáveis” promovem aprendizagem robusta.

A facilitação excessiva por IA pode comprometer consolidação (Karpicke e Roediger, 2008). Marton e Säljö (1976) alertam que eficiência pode induzir abordagens superficiais quando estudantes focam em completar tarefas rapidamente ao invés de compreender profundamente.

O Paradoxo da Personalização versus Equidade reflete a tensão entre otimização individual e justiça social. Embora personalização otimize aprendizagem (VanLehn, 2011), pode amplificar desigualdades quando acesso a tecnologias avançadas é distribuído desigualmente (Reich e Ito, 2017). O “gap digital” (Warschauer, 2003) não se limita a acesso físico, mas inclui literacia digital, suporte familiar e capital cultural (Hargittai, 2002).

O Paradoxo da Automatização versus Autonomia Intelectual emerge da tensão entre suporte tecnológico e desenvolvimento de agência. Vygotsky (1978) enfatiza

que ferramentas culturais devem promover desenvolvimento, não substituição de capacidades humanas. Freire (1970) argumenta que educação deve promover autonomia crítica. A automação cognitiva pode comprometer agência quando sistemas substituem processos de pensamento (Biesta, 2010).

O Paradoxo do Acesso à Informação versus Construção de Conhecimento reflete a distinção entre informação e conhecimento. Ausubel (1963) distingue informação (dados isolados) de conhecimento (informações integradas significativamente na estrutura cognitiva). Bereiter (2002) alerta que acesso facilitado não garante compreensão profunda. A “ilusão de conhecimento” (Fisher et al., 2015) ocorre quando acesso é confundido com compreensão, levando indivíduos a superestimar seu próprio conhecimento.

3.5 Contexto Brasileiro

No contexto brasileiro, a implementação de IA na educação enfrenta desafios específicos. Dados do Censo Escolar (INEP, 2023) revelam que apenas 45% das escolas públicas em Roraima possuem internet adequada para atividades pedagógicas. A conectividade em Boa Vista é inferior à média nacional (CETIC, 2023), criando barreira significativa para implementação de tecnologias baseadas em nuvem.

A Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) estabelece a cultura digital como competência geral, mas pesquisas indicam lacunas significativas na formação docente (Kenski, 2012; Valente, 2014). O Programa Nacional de Tecnologia Educacional (PROINFO), criado em 1997 (Brasil, 1997), visa integrar tecnologias, mas enfrenta limitações de infraestrutura, formação e manutenção (Almeida e Valente, 2011).

Boa Vista caracteriza-se por diversidade cultural significativa, incluindo populações indígenas (Macuxi, Wapichana) e migrantes venezuelanos (IBGE, 2022). A IA deve considerar diversidade linguística e cultural (Warschauer, 2003), evitando imposição de modelos pedagógicos culturalmente descontextualizados. A implementação de IA em contextos de recursos limitados demanda abordagens que priorizem equidade, formação docente e contextualização cultural.

4 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

Esta revisão sistemática analisou criticamente os impactos da inteligência artificial nos processos memorísticos e cognitivos no contexto educacional. A análise de 87 estudos publicados entre 2015 e 2025 revelou que a IA oferece benefícios significativos, incluindo repetição espaçada otimizada, personalização adaptativa, feedback imediato e scaffolding cognitivo.

No entanto, também apresenta riscos substanciais, incluindo atrofia de memória intrínseca, dependência cognitiva, diluição do pensamento crítico e comprometimento da autonomia intelectual.

A identificação de quatro paradoxos centrais constitui contribuição teórica principal deste estudo: (1) eficiência versus aprendizagem profunda; (2) personalização versus equidade; (3) automatização versus autonomia intelectual; (4) acesso à informação versus construção de conhecimento. Esses paradoxos não admitem soluções simples, demandando mediação pedagógica crítica que equilibre suporte tecnológico com desenvolvimento de autonomia, eficiência com consolidação robusta, e personalização com equidade.

No contexto brasileiro, especialmente em Boa Vista, Roraima, a implementação de IA enfrenta desafios específicos de infraestrutura, formação docente e diversidade cultural. Políticas educacionais devem priorizar equidade de acesso, formação continuada de professores e contextualização cultural, evitando reprodução de desigualdades existentes.

Para educadores, recomenda-se: (1) promover uso crítico e reflexivo da IA, não substituição de processos cognitivos; (2) equilibrar suporte tecnológico com desafios que promovam “dificuldades desejáveis”; (3) desenvolver literacia digital crítica, incluindo compreensão de limitações e vieses da IA; (4) integrar IA com práticas pedagógicas ativas que promovam pensamento crítico e autonomia.

Para gestores e políticas educacionais, recomenda-se: (1) investir simultaneamente em infraestrutura tecnológica e formação docente; (2) garantir equidade de acesso a tecnologias avançadas; (3) desenvolver diretrizes éticas para uso de IA na educação; (4) monitorar impactos de longo prazo nos processos cognitivos dos estudantes.

Para pesquisadores, recomenda-se: (1) realizar estudos longitudinais sobre impactos cognitivos de longo prazo; (2) investigar efeitos em contextos diversos,

especialmente regiões sub-representadas na literatura; (3) desenvolver metodologias de avaliação de pensamento crítico e autonomia intelectual; (4) integrar perspectivas neurocientíficas para compreensão de mecanismos subjacentes.

Este estudo apresenta limitações que devem ser reconhecidas. A revisão limitou-se a artigos em inglês, português e espanhol, potencialmente excluindo contribuições relevantes em outros idiomas. O foco em educação formal não captura impactos em contextos informais. A escassez de estudos longitudinais limita compreensão de efeitos de longo prazo. O contexto brasileiro permanece sub-representado na literatura internacional, demandando pesquisas empíricas contextualizadas.

Perspectivas futuras incluem necessidade de estudos longitudinais que acompanhem estudantes ao longo de anos, investigando efeitos cumulativos da exposição à IA. Pesquisas neurocientíficas podem elucidar mecanismos neuroplásticos subjacentes. O desenvolvimento de frameworks éticos específicos para IA na educação constitui prioridade. Pesquisas-ação em contextos brasileiros pode gerar conhecimento contextualizado para orientar políticas e práticas.

Conclui-se que a IA deve ser compreendida como ferramenta de amplificação cognitiva, não substituição. Conforme Vygotsky (1978) enfatizou, ferramentas culturais devem promover desenvolvimento de capacidades humanas. Freire (1970) argumentou que educação deve promover autonomia crítica, não dependência.

Lennox (2020) alerta para necessidade de preservar autonomia intelectual na era da IA. Bianchessi (2025) enfatiza que desafios contemporâneos demandam abordagens equilibradas que reconheçam tanto potencialidades quanto limitações.

A questão fundamental não é se devemos utilizar IA na educação, mas como fazê-lo de forma que amplifique, ao invés de substituir, capacidades cognitivas humanas. A resposta requer mediação pedagógica crítica, políticas educacionais que promovam equidade, e pesquisa contínua sobre impactos de longo prazo.

Somente através de abordagem equilibrada, crítica e contextualizada poderemos aproveitar potencialidades da IA enquanto preservamos autonomia intelectual e pensamento crítico essenciais para formação humana integral.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. B.; VALENTE, J. A. **Tecnologias e currículo: trajetórias convergentes ou divergentes?** São Paulo: Paulus, 2011.

REBOUÇAS, S. O.; OAIGEN, E. R. Inteligência artificial na educação: impactos nos processos memorísticos e cognitivos de aprendizagem - uma revisão sistemática. **RGSN - Revista Gestão, Sustentabilidade e Negócios**, Porto Alegre, número especial 3, p. 174-192, nov. 2025.

ATKINSON, R. C.; SHIFFRIN, R. M. Human memory: A proposed system and its control processes. **Psychology of Learning and Motivation**, v. 2, p. 89-195, 1968.

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton, 1963.

AZEVEDO, R.; HADWIN, A. F. Scaffolding self-regulated learning and metacognition: Implications for the design of computer-based scaffolds. **Instructional Science**, v.33, n. 5-6, p. 367-379, 2005.

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

BADDELEY, A. D.; HITCH, G. Working memory. **Psychology of Learning and Motivation**, v. 8, p. 47-89, 1974.

BARNETT, S. M.; CECI, S. J. When and where do we apply what we learn? A taxonomy for far transfer. **Psychological Bulletin**, v. 128, n. 4, p. 612-637, 2002.

BELL, G.; GEMMELL, J. **Total recall: how the e-memory revolution will change everything**. New York: Dutton, 2009.

BEREITER, C. **Education and mind in the knowledge age**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2002.

BIANCHESSI, C. **Inteligência artificial e educação: desafios contemporâneos**. São Paulo: Contexto, 2025.

BIESTA, G. **Good education in an age of measurement: ethics, politics, democracy**. Boulder: Paradigm Publishers, 2010.

BIGGS, J. **Student approaches to learning and studying**. Melbourne: Australian Council for Educational Research, 1987.

BJORK, R. A. Memory and metamemory considerations in the training of human beings. In: METCALFE, J.; SHIMAMURA, A. (eds.). **Metacognition: knowing about knowing**. Cambridge: MIT Press, 1994. p. 185-205.

BLISS, T. V.; COLLINGRIDGE, G. L. A synaptic model of memory: Long-term potentiation in the hippocampus. **Nature**, v. 361, n. 6407, p. 31-39, 1993.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Programa Nacional de Tecnologia Educacional (PROINFO)**. Brasília: MEC, 1997.

REBOUÇAS, S. O.; OAIGEN, E. R. Inteligência artificial na educação: impactos nos processos memorísticos e cognitivos de aprendizagem - uma revisão sistemática. **RGSN - Revista Gestão, Sustentabilidade e Negócios**, Porto Alegre, número especial 3, p. 174-192, nov. 2025.

BROWN, J. S.; BURTON, R. R.; DE KLEER, J. Pedagogical, natural language and knowledge engineering techniques in SOPHIE I, II and III. In: SLEEMAN, D.; BROWN, J. S. (ed.). **Intelligent tutoring systems**. London: Academic Press, 1982. p. 227-282.

CARBONELL, J. R. AI in CAI: An artificial-intelligence approach to computer-assisted instruction. **IEEE Transactions on Man-Machine Systems**, v. 11, n. 4, p. 190-202, 1970.

CARR, N. **The shallows**: what the internet is doing to our brains. New York: W. W. Norton, 2010.

CENTRO REGIONAL DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO (CETIC). **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras**: TIC Educação 2023. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2023.

CEPEDA, N. J. et al. Distributed practice in verbal recall tasks: A review and quantitative synthesis. **Psychological Bulletin**, v. 132, n. 3, p. 354-380, 2006.

DOIDGE, N. **The brain that changes itself**: stories of personal triumph from the frontiers of brain science. New York: Viking, 2007.

DUNLOSKY, J. et al. Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. **Psychological Science in the Public Interest**, v. 14, n. 1, p. 4-58, 2013.

EBBINGHAUS, H. **Memory**: a contribution to experimental psychology. New York: Teachers College, Columbia University, 1885.

ENTWISTLE, N.; RAMSDEN, P. **Understanding student learning**. London: Croom Helm, 1983.

FISHER, M.; GODDU, M. K.; KEIL, F. C. Searching for explanations: how the internet inflates estimates of internal knowledge. **Journal of Experimental Psychology: General**, v. 144, n. 3, p. 674-687, 2015.

FLAVELL, J. H. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive-developmental inquiry. **American Psychologist**, v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

GLANZER, M.; CUNITZ, A. R. Two storage mechanisms in free recall. **Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior**, v. 5, n. 4, p. 351-360, 1966.

HARGITTAI, E. Second-level digital divide: differences in people's online skills. **First Monday**, v. 7, n. 4, 2002.

HATTIE, J.; TIMPERLEY, H. The power of feedback. **Review of Educational Research**, v. 77, n. 1, p. 81-112, 2007.

REBOUÇAS, S. O.; OAIGEN, E. R. Inteligência artificial na educação: impactos nos processos memorísticos e cognitivos de aprendizagem - uma revisão sistemática. **RGSN - Revista Gestão, Sustentabilidade e Negócios**, Porto Alegre, número especial 3, p. 174-192, nov. 2025.

HENKEL, L. A. Point-and-shoot memories: The influence of taking photos on memory for a museum tour. **Psychological Science**, v. 25, n. 2, p. 396-402, 2014.

HMELO-SILVER, C. E. Problem-based learning: What and how do students learn? **Educational Psychology Review**, v. 16, n. 3, p. 235-266, 2004.

HOLMES, W. et al. **Artificial intelligence in education: promises and implications for teaching and learning**. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2022: características da população de Roraima**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Censo escolar 2023: notas estatísticas**. Brasília: INEP, 2023.

JONASSEN, D. H. Toward a design theory of problem solving. **Educational Technology Research and Development**, v. 48, n. 4, p. 63-85, 2000.

KANDEL, E. R. **In search of memory: the emergence of a new science of mind**. New York: W. W. Norton, 2006.

KARPICKE, J. D.; ROEDIGER, H. L. The critical importance of retrieval for learning. **Science**, v. 319, n. 5865, p. 966-968, 2008.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8.ed. Campinas: Papirus, 2012.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Durham: Keele University, 2007.

KULIK, J. A.; FLETCHER, J. D. Effectiveness of intelligent tutoring systems: a meta-analytic review. **Review of Educational Research**, v. 86, n. 1, p. 42-78, 2016.

LENNOX, J. **2084: inteligência artificial e o futuro da humanidade**. São Paulo: Vida Nova, 2020.

MARTON, F.; SÄLJÖ, R. On qualitative differences in learning: I - Outcome and process. **British Journal of Educational Psychology**, v. 46, n. 1, p. 4-11, 1976.

MAYER, R. E. **Multimedia learning**. 2.. New York: Cambridge University Press, 2009.

MAYER, R. E. **The Cambridge handbook of multimedia learning**. 2.ed. New York: Cambridge University Press, 2014.

MILLER, G. A. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. **Psychological Review**, v. 63, n. 2, p. 81-97, 1956.

REBOUÇAS, S. O.; OAIGEN, E. R. Inteligência artificial na educação: impactos nos processos memorísticos e cognitivos de aprendizagem - uma revisão sistemática. **RGSN - Revista Gestão, Sustentabilidade e Negócios**, Porto Alegre, número especial 3, p. 174-192, nov. 2025.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

OAKLEY, B. **Mindshift: break through obstacles to learning and discover your hidden potential**. New York: TarcherPerigee, 2025.

OPENAI. **GPT-4 technical report**. arXiv preprint arXiv:2303.08774, 2023.

PAGE, M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, v. 372, n. 71, 2021.

PARISER, E. **The filter bubble: What the internet is hiding from you**. New York: Penguin Press, 2011.

PAUL, R.; ELDER, L. Critical thinking: The nature of critical and creative thought. **Journal of Developmental Education**, v. 30, n. 2, p. 34-35, 2006.

PEA, R. D. The social and technological dimensions of scaffolding and related theoretical concepts for learning, education, and human activity. **Journal of the Learning Sciences**, v. 13, n. 3, p. 423-451, 2004.

PERKINS, D. N.; SALOMON, G. **Transfer of learning**. **International encyclopedia of education**. 2.ed. Oxford: Pergamon Press, 1992.

REICH, J.; ITO, M. **From good intentions to real outcomes: equity by design in learning technologies**. Irvine: Digital Media and Learning Research Hub, 2017.

ROEDIGER, H. L.; BUTLER, A. C. The critical role of retrieval practice in long-term retention. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 15, n. 1, p. 20-27, 2011.

SCHRAW, G.; MOSHMAN, D. Metacognitive theories. **Educational Psychology Review**, v. 7, n. 4, p. 351-337, 1995.

SEJNOWSKI, T. J. **The deep learning revolution**. Cambridge: MIT Press, 2020.

SELWYN, N. **Education and technology: key issues and debates**. 3.ed. London: Bloomsbury Academic, 2023.

SETTLES, B.; MEEDER, B. A trainable spaced repetition model for language learning. In: ANNUAL MEETING OF THE ASSOCIATION FOR COMPUTATIONAL LINGUISTICS, 54., 2016, Berlin. **Proceedings...** Berlin: ACL, 2016. p. 1848-1858.

SHUTE, V. J. Focus on formative feedback. **Review of Educational Research**, v. 78, n. 1, p. 153-189, 2008.

SPARROW, B.; LIU, J.; WEGNER, D. M. Google effects on memory: cognitive consequences of having information at our fingertips. **Science**, v. 333, n. 6043, p.776-778, 2011.

REBOUÇAS, S. O.; OAIGEN, E. R. Inteligência artificial na educação: impactos nos processos memorísticos e cognitivos de aprendizagem - uma revisão sistemática. **RGSN - Revista Gestão, Sustentabilidade e Negócios**, Porto Alegre, número especial 3, p. 174-192, nov. 2025.

SUNSTEIN, C. R. **#Republic**: divided democracy in the age of social media. Princeton: Princeton University Press, 2017.

SWELLER, J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. **Cognitive Science**, v. 12, n. 2, p. 257-285, 1988.

SWELLER, J.; VAN MERRIËNBOER, J. J. G.; PAAS, F. G. W. C. Cognitive architecture and instructional design. **Educational Psychology Review**, v. 10, n. 3, p. 251-296, 1998.

VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, n. 4, p. 79-97, 2014.

VANLEHN, K. The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. **Educational Psychologist**, v. 46, n. 4, p. 197-221, 2011.

VIEIRA, R. M.; RESTIVO, M. T. Tecnologia na educação: instrumento ou fim? **Revista Brasileira de Educação**, v. 19, n. 58, p. 45-62, 2014.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in society**: the development of higher psychological processes. Cambridge: Harvard University Press, 1978.

WALKER, M. P.; STICKGOLD, R. Sleep, memory, and plasticity. **Annual Review of Psychology**, v. 57, p. 139-166, 2006.

WARD, A. F. Supernormal: How the internet is changing our memories and our minds. **Psychological Inquiry**, v. 24, n. 4, p. 341-348, 2013.

WARSCHAUER, M. **Technology and social inclusion**: rethinking the digital divide. Cambridge: MIT Press, 2003.

WOOD, D.; BRUNER, J. S.; ROSS, G. The role of tutoring in problem solving. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, v. 17, n. 2, p. 89-100, 1976.

ZIMMERMAN, B. J. Becoming a self-regulated learner: an overview. **Theory into Practice**, v. 41, n. 2, p. 64-70, 2002.