

IATROGÊNESE PEDAGÓGICA ALGORÍTMICA: DÍVIDA COGNITIVA, MEDICALIZAÇÃO E COLONIALISMO DIAGNÓSTICO NO USO NÃO MEDIADO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM EDUCAÇÃO

ALGORITHMIC PEDAGOGICAL IATROGENESIS: COGNITIVE DEBT, MEDICALIZATION, AND DIAGNOSTIC COLONIALISM IN THE UNMEDIATED USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION

Lucas Kemuel Scherrer de Souza Oliveira¹

Gérson Bruno Forgiarini de Quadros²

RESUMO: Este artigo propõe o conceito de Iatrogenese Pedagógica Algorítmica (IPA): a produção estrutural de déficits cognitivos pelo uso não mediado de Inteligência Artificial Generativa (IAGen) em contextos educacionais. Apoiando-se em neurociência cognitiva, sociologia crítica da educação e epistemologia decolonial, argumentamos que a IAGen utilizada como substituto cognitivo - e não como andaime mediado - produz dívida cognitiva: atenuação progressiva da ativação frontoparietal com impacto mensurável em memória de trabalho, atenção sustentada e função executiva. Esses déficits, ambientalmente produzidos, são sistematicamente reinterpretados como transtornos neuropsiquiátricos por instrumentos diagnósticos descontextualizados, processo denominado colonialismo diagnóstico, com impacto desproporcional sobre estudantes negros, indígenas e da classe trabalhadora. A teoria é formulada como crítica das condições de uso, não como condenação ontológica da tecnologia, e é acompanhada de um programa de pesquisa empírica em três camadas que permite testá-la, refiná-la e adaptá-la.

Palavras-chave: iatrogenese pedagógica algorítmica; neuroeducação; inteligência artificial generativa; educação baseada em evidências.

ABSTRACT: This article proposes the concept of Algorithmic Pedagogical Iatrogenesis (API): the structural production of cognitive deficits through the unmediated use of Generative Artificial Intelligence (GenAI) in educational contexts. Drawing on cognitive neuroscience, critical sociology of education, and decolonial epistemology, we argue that GenAI used as a cognitive substitute - rather than as a mediated scaffold - produces cognitive debt: a progressive attenuation of frontoparietal activation with a measurable impact on working memory, sustained attention, and executive function. These environmentally produced deficits are systematically reinterpreted as neuropsychiatric disorders by decontextualized diagnostic instruments - a process termed diagnostic colonialism -, bearing a disproportionate impact on Black, Indigenous, and working-class students. The theory is formulated as a critique of the conditions of use, not as an ontological condemnation of technology, and is accompanied by a three-tiered empirical research agenda that allows it to be tested, refined, and adapted.

Keywords: algorithmic pedagogical iatrogenesis; neuroeducation; generative artificial intelligence; evidence-based education.

¹ Lucas Kemuel Scherrer de Souza Oliveira, Bacharel em Teologia, lkemueel@gmail.com

² Gérson Bruno Forgiarini de Quadros, Doutor em Linguística Aplicada, prof.brunoforgiarini@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A introdução da Inteligência Artificial Generativa na prática educacional tem sido acompanhada por uma retórica de democratização e aceleração pedagógica. Os defensores afirmam que ferramentas baseadas em modelos de linguagem de grande escala (LLM, do Inglês *Large Language Models*) reduzem o atrito na produção de conhecimento, personalizam trajetórias de aprendizagem e liberam os estudantes de tarefas mecânicas em favor do raciocínio de ordem superior (Aguero; Pacífico, 2025). Essa narrativa repousa sobre um equívoco epistemológico fundamental: confunde a aparência de output cognitivo com o processo de desenvolvimento cognitivo. Confunde o artefato com o ato.

A literatura empírica emergente desde 2023 tem exposto uma realidade mais perturbadora. Kosmyna *et al.* (2025), num estudo seminal, demonstraram que delegar tarefas de escrita a sistemas de IA produz déficits mensuráveis e persistentes no engajamento neural e na recordação de informações. Participantes que compuseram redações com assistência do ChatGPT exibiram conectividade substancialmente inferior na rede frontoparietal - a arquitetura cerebral responsável pela atenção sustentada, memória de trabalho, planejamento executivo e monitoramento metacognitivo - em comparação com aqueles que escreveram de forma independente. O termo dívida cognitiva, proposto pelos autores, designa não uma metáfora, mas uma condição neurofisiológica: atenuação progressiva do esforço cerebral necessário para a construção de esquemas de conhecimento duráveis.

Esse achado é corroborado pelo conceito de descarga cognitiva - a externalização de operações cognitivas para recursos ambientais (Risko e Gilbert, 2016). Embora a descarga cognitiva possa desempenhar funções adaptativas quando estrategicamente empregada, sua prática crônica e não mediada em contextos educacionais produz o que Bastani *et al.* (2025) denominam “Efeito Muleta”: um estado de competência aparente que desaparece na ausência da prótese tecnológica. Em estudo experimental, estudantes que utilizaram chatbots de IA para resolver problemas matemáticos apresentaram desempenho substancialmente inferior em avaliações sem assistência, em comparação com pares que estudaram por métodos convencionais.

Stadler *et al.* (2024) descrevem o mecanismo subjacente: a assistência de IA reduz a dificuldade percebida das tarefas e melhora a fluência de processamento - a sensação subjetiva de compreensão - ao mesmo tempo em que reduz o esforço mental efetivamente empregado e a profundidade da aquisição de conhecimento. O estudante aprende a operar a ferramenta em vez de desenvolver o raciocínio que ela substitui. Essa distinção - entre proficiência em ferramentas e cognição disciplinar - é de importância educacional decisiva.

Esses fenômenos não são falhas acidentais de implementação. São consequências estruturalmente geradas pela inserção da IAGen em contextos educacionais que carecem da infraestrutura pedagógica necessária para mediar seu uso. Se a literatura empírica já documenta dívida cognitiva na rede frontoparietal madura de jovens adultos, o dano potencial na Educação Básica - onde a rede ainda está em formação e a plasticidade é

máxima - assume uma dimensão estrutural qualitativamente mais grave. Compreendê-la requer um referencial teórico capaz de articular dimensões neurológicas, sociológicas e políticas simultaneamente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A teoria da Iatrogênese Pedagógica Algorítmica organiza-se em torno de cinco proposições que não devem ser compreendidas como hipóteses independentes, mas como elementos articulados de uma mesma cadeia causal-crítica, na qual cada tese pressupõe, amplia e aprofunda a anterior. Sua apresentação preliminar cumpre dois objetivos complementares. Em primeiro lugar, permite ao leitor acompanhar a coerência interna da construção teórica que será desenvolvida ao longo do texto. Em segundo, oferece aos pesquisadores um conjunto de proposições passíveis de verificação empírica, possibilitando que aspectos específicos da teoria sejam testados, refinados ou eventualmente refutados sem que isso implique, necessariamente, a rejeição de todo o seu arcabouço conceitual.

A primeira proposição, denominada Da Substituição ao Déficit, fundamenta-se nas contribuições da Neurociência e sustenta que o uso da Inteligência Artificial Generativa (IAGen) como substituto cognitivo, em vez de funcionar como um andaime mediado para a aprendizagem, tende a reduzir progressivamente a ativação da rede frontoparietal responsável por funções cognitivas superiores. Como consequência, podem surgir déficits mensuráveis em memória de trabalho, atenção sustentada e planejamento executivo, configurando um processo que a teoria denomina dívida cognitiva.

A segunda proposição, intitulada Da Alienação à Transferência Epistêmica, desloca a análise para o campo da Sociologia. Nessa perspectiva, argumenta-se que a delegação algorítmica do trabalho intelectual não separa o sujeito apenas do produto de seu pensamento, mas, sobretudo, do próprio processo de pensar. Essa dissociação favorece a transferência gradual da agência epistêmica para o algoritmo, comprometendo a capacidade do indivíduo de sustentar uma posição autoral diante da linguagem e da produção do conhecimento.

Na terceira proposição, Da Pseudo-Concretude ao Efeito Muleta, a discussão assume caráter epistemológico. A teoria argumenta que a IAGen entrega produtos discursivos fenomenicamente consistentes e linguisticamente sofisticados, ao mesmo tempo em que oculta o processo dialético responsável por sua construção. O resultado dessa dinâmica corresponde ao desenvolvimento de uma competência dependente da ferramenta tecnológica, denominada por Bastani et al. como Efeito Muleta, cuja eficácia tende a desaparecer quando a prótese tecnológica deixa de estar disponível. Nessa lógica, o ato educativo sofre um deslocamento significativo e passa da produção do conhecimento para o consumo de respostas previamente elaboradas.

A quarta proposição, denominada Do Déficit ao Colonialismo Diagnóstico, insere a discussão no campo da Sociologia Crítica. Segundo essa formulação, déficits cognitivos produzidos por condições ambientais associadas ao uso da IAGen podem ser interpretados, de maneira descontextualizada, como transtornos

neuropsiquiátricos. Esse processo desloca a responsabilidade pelo fracasso pedagógico das condições institucionais e educacionais para a biologia individual do estudante, contribuindo para formas de patologização que atingem de maneira desproporcional populações negras, indígenas e pertencentes à classe trabalhadora.

A quinta e última proposição, denominada Da Colonialidade ao Epistemicídio Algorítmico, amplia a discussão para o campo da Epistemologia Decolonial. Parte-se da premissa de que modelos de IAGen treinados predominantemente em *corpora* eurocêntricos podem operar como vetores de colonialidade algorítmica. Ao padronizar estruturas discursivas e homogeneizar formas de argumentação, esses sistemas tendem a invisibilizar epistemologias vernáculas, saberes locais e modos situados de raciocínio, subordinando-os a uma gramática epistêmica hegemônica. Sob essa perspectiva, a promessa de democratização do conhecimento proporcionada pela inteligência artificial pode, em determinadas condições, ocultar processos de subordinação epistêmica que ainda demandam investigação empírica sistemática.

Essas cinco proposições encontram sua unidade em uma proposição estrutural que delimita as condições de validade da própria teoria. A Iatrogênese Pedagógica Algorítmica não sustenta que a Inteligência Artificial Generativa seja ontologicamente nociva ao desenvolvimento cognitivo. Ao contrário, defende que seus efeitos dependem das condições pedagógicas em que ocorre sua utilização. Quando empregada sem mediação estruturada e utilizada como substituta da atividade intelectual do estudante, a tendência é que produza efeitos deletérios sobre o desenvolvimento cognitivo. Em contrapartida, quando inserida em propostas pedagógicas fundamentadas em mediação intencional, atrito cognitivo produtivo, *scaffolding* ativo e revisão crítica, seus efeitos podem revelar-se neutros ou mesmo positivos. Assim, a crítica formulada pela teoria dirige-se menos à tecnologia em si do que às condições pedagógicas, institucionais e sociais que orientam seu uso no contexto educacional.

2.1 Alienação e a Atenuação Frontoparietal

Na tradição marxista, alienação designa a condição em que o produtor é separado do produto de seu trabalho, que passa a se contrapor a ele como poder estranho e dominante (Marx, 1988). Teóricos da educação há muito aplicam esse conceito à alienação dos estudantes de seu trabalho intelectual - do conhecimento, da autoria, do pensamento crítico. A IAGen introduz uma forma qualitativamente nova dessa alienação, operando no nível neurofisiológico.

Quando um estudante delega operações cognitivas a um algoritmo generativo, é separado não apenas do produto do pensamento, mas do processo de pensar. O cérebro opera ao longo de um continuum entre a Rede de Modo Padrão (RMP), ativada durante o repouso e a recepção passiva, e a Rede Frontoparietal (RFP), engajada durante a atividade cognitiva focada e executiva (Kahneman, 2011). A transição da RMP para a RFP não é automática; requer tempo, engajamento motivacional e precisamente o tipo de esforço produtivo que a IAGen sistematicamente elimina.

O uso excessivo de tecnologia de entrega passiva satura a RMP, tornando a

transição para a ativação da RFP progressivamente mais difícil (Fraga, 2024). Quando a IAGen entrega produtos cognitivos completos antes que o estudante tenha ativado as redes atencionais necessárias para engajar-se com a tarefa, interfere na transição neurológica. Ao longo de exposições repetidas, isso pode produzir atenuação funcional da ativação frontoparietal, gerando um perfil comportamental com sobreposição sintomática aos indicadores de disfunção executiva - distinção que instrumentos diagnósticos descontextualizados frequentemente não realizam.

Esse processo também compromete o que os neurocientistas denominam alostase: a capacidade do cérebro de antecipar e responder adaptativamente às demandas ambientais. A aprendizagem alostática requer exposição a estresse cognitivo manejável - as "dificuldades desejáveis" de Bjork e Biork (2011) - que estimulam a neuroplasticidade e a consolidação de esquemas de memória de longo prazo. Ao eliminar o atrito cognitivo, a IAGen não mediada priva o cérebro da estimulação necessária para seu próprio desenvolvimento. Nesse sentido, a dívida cognitiva não é apenas um déficit de retenção de informações; é comprometimento progressivo da capacidade cerebral de antecipar e responder adaptativamente às demandas cognitivas.

2.2 Dependência Algorítmica e a Transferência da Agência Epistêmica

O complemento sociológico a essa análise neurológica apoia-se na teoria da modernidade de Anthony Giddens e no trabalho experimental de Stanley Milgram. Giddens (1990) identifica os sistemas peritos - corpos de conhecimento técnico dos quais os leigos se beneficiam sem compreender - como características estruturais da alta modernidade que geram insegurança ontológica constitutiva. Os indivíduos navegam pela modernidade por meio da confiança em sistemas cuja opacidade não conseguem penetrar.

A IAGen constitui o sistema perito de alta fluência, baixa transparência e elevada autoridade percebida. Triangulando Giddens com o estado agentivo de Milgram (1974) - condição em que indivíduos suspendem o julgamento autônomo em deferência a uma autoridade percebida -, identificamos um mecanismo sociocognitivo relevante: diante de um sistema dessa natureza, o estudante tende não apenas a descarregar esforço cognitivo, mas a transferir a autoridade do julgamento ao algoritmo. O cérebro não apenas economiza energia; abandona gradualmente a verificação autônoma porque foi condicionado a tratar outputs algorítmicos como autoritativos.

Esse mecanismo pode ser reforçado pelo senso de inadequação experimentado quando o próprio raciocínio - lento, tentativo, incerto - é contrastado com outputs algorítmicos instantâneos e fluentes. Tal como a vergonha substituiu a violência física como mecanismo de regulação social na modernidade (Elias, 2000), a inibição epistêmica pode disciplinar o estudante para a aceitação passiva da autoridade algorítmica. A aceitação acrítica das alucinações da IA não seria, portanto, necessariamente sintoma de preguiça, mas resposta sociologicamente inteligível à autoridade estruturada do sistema perito.

2.3 Pseudo-Concretude e a Fetichização da Aprendizagem

O conceito de pseudo-concretude de Karel Kosik (1976) fornece a chave epistemológica central. Para Kosik, pseudo-concretude refere-se ao mundo fenomênico da aparência imediata - que apresenta a superfície da realidade enquanto oculta suas determinações essenciais. O fenômeno aponta para a essência, mas simultaneamente a mistifica.

A IAGen opera precisamente nessa lógica em educação: entrega produto fenomenicamente impecável, redação bem estruturada, argumento coerente, trilha de aprendizagem personalizada que cria ilusão de competência. Mas o processo por meio do qual o conhecimento genuíno é constituído - as contradições, os falsos começos, a luta produtiva, o engajamento recursivo com o material resistente - foi suprimido pela máquina. O estudante consome o resultado sintético sem percorrer o processo dialético de produzi-lo.

Essa dinâmica adquire densidade crítica quando tensionada contra a análise freireana da Educação Bancária (Freire, 1970). Se o modelo bancário original operava por excesso de prescrição externa - o educador depositando saber num estudante reduzido a receptáculo -, a mediação algorítmica introduz uma variante estruturalmente análoga: o estudante não arquiva comunicados alheios, mas delega ao algoritmo o próprio trabalho cognitivo de elaboração. O produto gerado possui aparência de saber elaborado, mas carece do processo que o tornaria genuinamente internalizado. Em ambos os casos, o fracasso pedagógico se oculta sob a aparência de um produto - outrora a nota; hoje, o arquivo gerado.

2.4 Colonialidade Algorítmica e Monocultura Epistemológica

A tradição decolonial demonstrou que a modernidade ocidental estabeleceu uma colonialidade do saber - ordenação hierárquica das epistemologias que sistematicamente desvalorizou e suprimiu formas de conhecimento não eurocentradas, produzindo o que Santos (2014) denomina a linha abissal: fronteira cognitiva além da qual epistemologias alternativas são tornadas inexistentes.

Os sistemas de IAGen, treinados predominantemente em conjuntos de dados anglófonos e eurocêntricos, operam como vetores contemporâneos dessa colonialidade epistemológica. Quando estudantes de comunidades afro-brasileiras, indígenas ou da classe trabalhadora periférica utilizam ferramentas baseadas em LLM para compor trabalhos acadêmicos, podem ser submetidos a uma violência epistêmica sistemática: o algoritmo padroniza e homogeneiza o discurso, deslocando epistemologias vernáculas e raciocínios situados localmente sob uma gramática colonial hegemônica. O algoritmo não apenas traduz; assimila. Não apenas auxilia; pode apagar.

Essa análise é sustentada empiricamente: Nyaaba *et al* (2026) documentam a IAGen reproduzindo estruturas de dominância global e marginalizando línguas não hegemônicas, enquanto Mbah e Jarvis (2026) desenvolvem um modelo de soberania educacional decolonial para contextos de populações indígenas ameaçadas pela colonialidade algorítmica. Esses trabalhos fornecem sustentação empírica independente para a análise aqui desenvolvida. A promessa de democratização pode, sob essa análise, mascarar a colonização epistêmica - a subordinação sistemática de epistemologias marginalizadas a

um padrão algorítmico hegemônico.

2.5 Operacionalização dos Conceitos Centrais

Uma teoria com pretensão de alcance mais amplo não pode depender apenas de sua linguagem para sobreviver fora do texto que a originou. Cada conceito central é aqui operacionalizado em três dimensões: definição, critério de ocorrência e implicação observável. Essa operacionalização não enfraquece o poder crítico dos conceitos; converte-os em instrumentos analíticos que outros pesquisadores podem usar, testar e adaptar.

2.5.1 Iatrogênese Pedagógica Algorítmica (Ipa)

Definição: Dano educacional estruturalmente produzido no qual o uso acrítico da IAGen em contextos pedagógicos gera os déficits cognitivos que o sistema educacional subsequentemente patologiza como transtornos neuropsiquiátricos, deslocando a responsabilidade do fracasso da escola para a biologia individual do estudante.

Critério: Presença simultânea de (a) uso de IAGen sem mediação pedagógica estruturada como prática dominante; (b) declínio mensurável em indicadores de função executiva na coorte exposta, não controlado por fatores neurológicos constitucionais; (c) encaminhamento diagnóstico crescente sem avaliação do histórico tecnológico e pedagógico do estudante.

Implicação observável: Correlação positiva entre taxa de adoção institucional acrítica de IAGen e aumento de diagnósticos de disfunção executiva e TDAH na mesma coorte escolar, controlada por variáveis socioeconômicas; reversibilidade parcial do perfil deficitário após intervenção pedagógica estruturada sem farmacoterapia.

2.5.2 Dívida Cognitiva

Definição: Atenuação progressiva e acumulativa da ativação da rede frontoparietal resultante da descarga cognitiva crônica não mediada para sistemas algorítmicos; condição neurofisiológica - não metáfora - que se agrava com o tempo de exposição.

Critério: Redução estatisticamente significativa na conectividade neural frontoparietal (mensurável por EEG ou fNIRS) após período de uso sistemático de IAGen sem engajamento ativo, em comparação com grupo controle que realizou as mesmas tarefas de forma independente - conforme protocolo estabelecido por Kosmyna *et al* (2025).

Implicação observável: Degradação do desempenho em tarefas de função executiva (Wisconsin Card Sorting Test, Stroop, span de dígitos reverso) na ausência da ferramenta, após período de uso habitual; distinguível de déficit constitucional por reversibilidade parcial com intervenção de engajamento cognitivo ativo.

2.5.3 Colonialismo Diagnóstico

Definição: Deslocamento sistemático do fracasso pedagógico ambientalmente produzido para o corpo e a biologia do estudante subalternizado, via instrumentos diagnósticos descontextualizados que biologizam problemas socialmente gerados e concentram o rótulo clínico sobre populações historicamente marginalizadas.

Critério: Sobrerepresentação estatisticamente anômala de estudantes negros, indígenas e de classes trabalhadoras nos diagnósticos de TDAH/TOD/TEA, sem controle do histórico pedagógico, tecnológico e socioeconômico; ausência sistemática de avaliação das condições de ensino na produção dos laudos clínicos.

Implicação observável: Reversão ou atenuação significativa do perfil diagnóstico após intervenção pedagógica estruturada baseada em evidências sem farmacoterapia, demonstrando etiologia predominantemente ambiental dos déficits registrados.

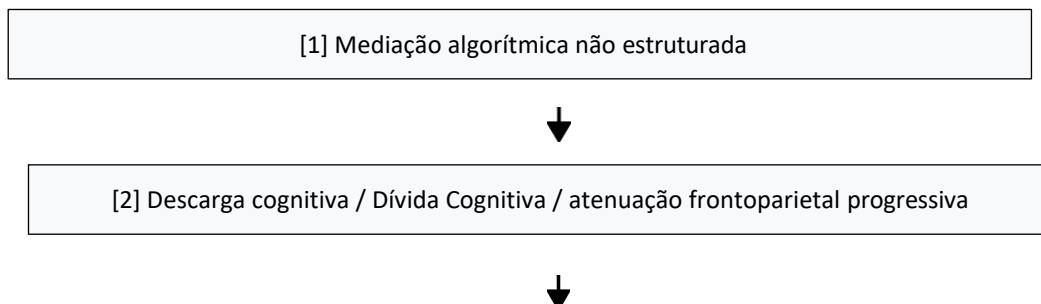
2.5.4 Colonialidade Algorítmica

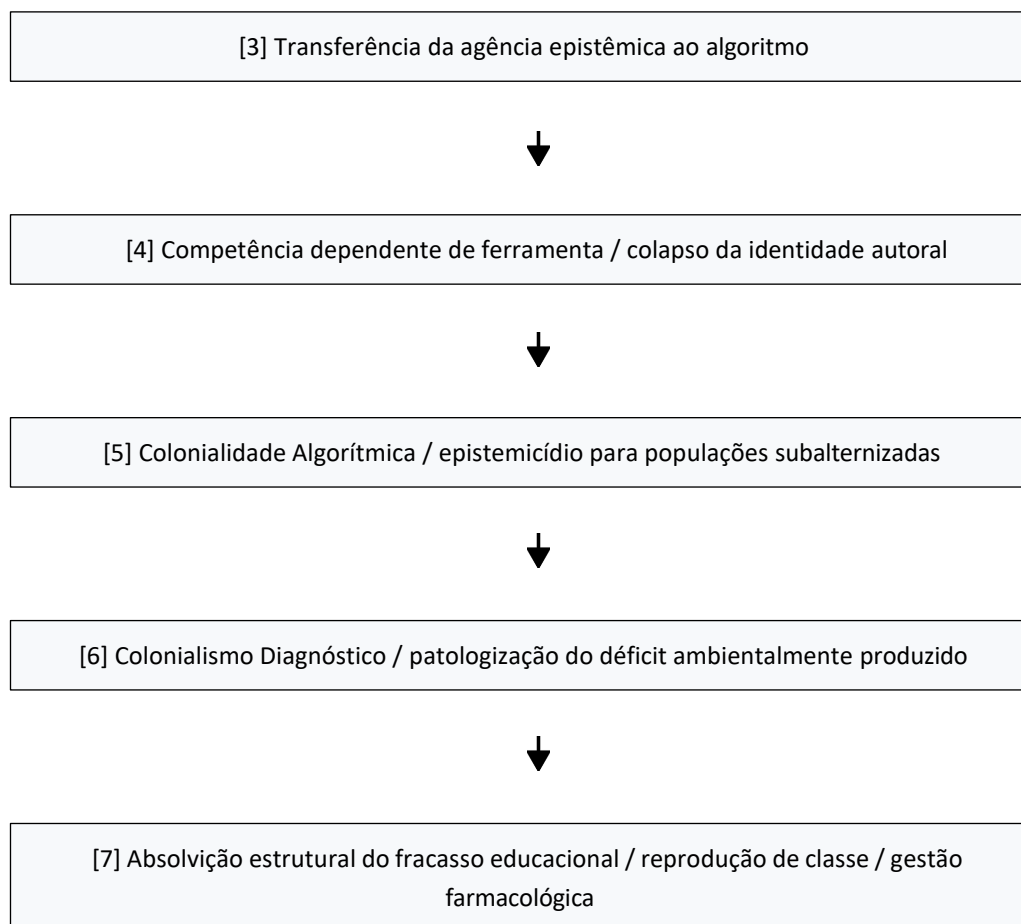
Definição: Processo pelo qual sistemas de IAGen, treinados em corpora predominantemente eurocêtricos, padronizam e homogeneízam o discurso, subordinando epistemologias vernáculas e raciocínios situados localmente a uma gramática colonial hegemônica; extensão digital da colonialidade do saber de Quijano ao domínio da produção textual algorítmicamente mediada.

Critério: Homogeneização linguística e retórica dos textos produzidos com IAGen por estudantes de comunidades afro-brasileiras, indígenas e periféricas em direção a padrões normativos eurocêtricos; invisibilização de referências epistemológicas locais no produto final mediado algorítmicamente.

Implicação observável: Análise comparativa de textos de estudantes de populações marginalizadas produzidos com e sem IAGen revelando apagamento de marcadores discursivos identitários, referências comunitárias e estruturas argumentativas não hegemônicas nos textos mediados algorítmicamente.

Cadeia causal-crítica:





Fonte: Autores

3. REPRODUÇÃO SISTÊMICA: CONDIÇÕES MACRO E MICRO

3.1 A Ambivalência como Estrutura: IPA como Teoria das Condições

Antes de analisar os mecanismos de reprodução sistêmica, é necessário situar a teoria diante de um conjunto crescente de evidências que mostram, em determinadas condições, efeitos positivos ou nulos do uso de IAGen na aprendizagem. Uma teoria crítica que ignora o contraexemplo não é ciência: é ideologia. A força da teoria IPA reside precisamente em sua capacidade de explicar tanto o dano quanto a possibilidade emancipatória - e de especificar as condições que determinam qual dos dois ocorre.

A revisão de Khalid *et al* (2026) reporta efeitos mistos com forte dependência do desenho pedagógico: a IAGen produz ganhos em contextos de uso estruturado com revisão ativa, e perdas em contextos de uso substitutivo sem mediação. Kreijkes *et al* (2026) demonstram que a aprendizagem mediada por IA produz melhorias duráveis apenas quando acompanhada de estratégias de engajamento ativo. A própria pesquisa de Bastani *et al* (2025) distingue entre uso de IA sem estrutura pedagógica - que produz dano - e uso com guard-rails pedagógicos que preserva a cognição.

Esses achados não contradizem a teoria IPA; confirmam sua formulação correta: o dano é condicionado pelas condições de uso, não pela tecnologia em si. A tabela a seguir

sistematiza as condições que a teoria prevê como determinantes do efeito:

Tabela 1: Programa de pesquisa

Condição de uso	Mecanismo dominante	Efeito previsto
IAGen como substituto (zero mediação pedagógica)	Descarga + atenuação frontoparietal	Dívida cognitiva IPA colonialismo diagnóstico
IAGen com scaffolding e pontos de revisão ativa	Andaime + preservação parcial do atrito produtivo	Efeito neutro ou levemente positivo
IAGen com Literacia Crítica explícita (LC-IAGen)	Interrogação epistemológica ativa + metacognição	Potencialmente emancipatório
IAGen em contexto de privação material + zero mediação	IPA + colonialidade algorítmica + fenocópia diagnóstica	Dano estrutural, interseccional e cumulativo
IAGen com mediação docente + atrito produtivo preservado	ZDP algorítmicamente habilitada	Efeito positivo; condição ideal da integração

Fonte: Autores

Esta tabela é o coração metodológico da teoria como programa de pesquisa: gera hipóteses testáveis para cada condição, permite comparação sistemática entre contextos e especifica as variáveis de moderação que determinam se o efeito da IAGen será emancipatório ou iatrogênico.

A implicação é clara: a IPA não é um destino inevitável, mas o resultado de uma escolha institucional - adotar IAGen sem investir nas condições pedagógicas que poderiam torná-la emancipatória. Essa escolha, como demonstraremos nas seções seguintes, não é aleatória: é estruturalmente determinada por condições que tornam a adoção acrítica sistematicamente mais provável nos contextos em que o dano é mais severo.

3.2 Neurociência e Medicalização: O Circuito da Iatrogênese

O conceito de iatrogênese - dano causado pelo próprio tratamento - foi introduzido no discurso sociológico por Illich (1976) para designar danos sistemáticos produzidos pelas próprias intervenções do establishment médico. Estendemos esse conceito ao domínio pedagógico: a Iatrogênese Pedagógica Algorítmica é o dano educacional estruturalmente gerado no qual o uso acrítico da IA como ferramenta pedagógica produz os déficits cognitivos que são posteriormente patologizados como transtornos neuropsiquiátricos.

O mecanismo é o seguinte. O uso crônico da IAGen como substituto cognitivo - em lugar do engajamento frontoparietal, da estimulação alostática e do monitoramento

metacognitivo - atenua progressivamente as próprias capacidades que deveria apoiar. O estudante que sistematicamente descarregou a função executiva a um algoritmo começa a exibir memória de trabalho reduzida, atenção sustentada diminuída e planejamento executivo comprometido. Esse é o perfil comportamental associado ao TDAH e aos transtornos de disfunção executiva.

Quando esse estudante é encaminhado para avaliação neuropsiquiátrica, os instrumentos empregados - avaliações psicométricas como o WISC ou o BPA, escalas de observação comportamental - medem a capacidade cognitiva sem controlar o histórico ambiental de dependência tecnológica que a moldou. O diagnosticador, isolado do contexto pedagógico em que os déficits foram produzidos, identifica comprometimento neurológico. Um diagnóstico é atribuído. O fracasso pedagógico é externalizado e biologizado.

É necessário pontuar: não se trata de negar a etiologia constitucional do TDAH. Trata-se de evidenciar como o uso acrítico de IAGen pode criar uma fenocópia - condição ambiental que mimetiza os sintomas - e de denunciar que os protocolos diagnósticos vigentes não distinguem sistematicamente entre as duas etiologias.

A sociologia do fracasso escolar de Patto (1990) é incisiva aqui. A autora demonstrou que a identificação do fracasso de aprendizagem é caracteristicamente confiada a clínicos treinados para diagnosticar incapacidades individuais em estudantes rotulados como fracos, ignorando as condições escolares que produziram o déficit. O ciclo da IPA atualiza essa atribuição: o fracasso produzido pela adoção acrítica de IA pela escola é atribuído à biologia da criança individual.

Essa convergência entre atenuação frontoparietal e medicalização revela uma homologia estrutural entre o mecanismo freireano de culpabilização do estudante e o mecanismo contemporâneo de biologização do déficit: em ambos os casos, o fracasso pedagógico é imputado ao indivíduo, eximindo a instituição de responsabilidade. O que muda não é a lógica, mas o vocabulário - da inadequação moral para o transtorno neurológico.

3.3 Condições Macro-Estruturais: Capital, Desinvestimento e Reprodução de Classe

O caráter sistêmico da IPA não pode ser compreendido sem analisar as condições macro-estruturais que a tornam não apenas possível, mas funcionalmente conveniente para a reprodução das relações sociais existentes.

A produção em massa de diagnósticos neuropsiquiátricos não é incidental aos fracassos da educação mediada por IA; é econômica e institucionalmente funcional. A indústria farmacêutica tem interesse estrutural na construção discursiva de perturbações comportamentais infantis como transtornos bioquímicos passíveis de manejo farmacológico. O mercado é continuamente reabastecido pelas sequelas comportamentais do fracasso pedagógico. Nenhuma conspiração é necessária; apenas a convergência de interesses estruturais - a necessidade da escola de gerir salas de aula desreguladas, o interesse do Estado no controle comportamental de baixo custo e os imperativos de lucro da indústria farmacêutica - dentro de um aparato educacional que naturaliza a

medicalização dos problemas sociais.

Sob a governança educacional neoliberal, as obrigações estatais com a qualidade pedagógica são progressivamente transferidas para instituições privadas e clínicas. Quando um estudante fracassa em aprender, a responsabilidade é deslocada da escola - estruturalmente subfinanciada - para os serviços clínicos cujos diagnósticos despolitizam o fracasso. O Estado economiza na infraestrutura pedagógica convertendo problemas pedagógicos em problemas médicos.

Do ponto de vista da sociologia marxista da educação, a escola na sociedade capitalista distribui o capital educacional de maneiras que reproduzem hierarquias existentes (Bourdieu e Passeron, 1977). A ilusão de competência produzida pela mediação algorítmica é funcionalmente conveniente nessa lógica: fornece aos estudantes de classe trabalhadora a aparência de participação educacional enquanto garante que as capacidades cognitivas necessárias para a emancipação epistêmica não sejam desenvolvidas. A ilusão é diferencialmente distribuída: estudantes em instituições com recursos podem desenvolver literacia crítica em IA; estudantes em escolas com poucos recursos que usam a IA como simples substituto são privados do capital intelectual que acreditam estar acumulando.

3.4 Condições Micro: O Chão da Escola e o Circuito Fechado

As dinâmicas macro-estruturais operam por meio de um conjunto de condições micro no nível da sala de aula e da cultura institucional. Os professores brasileiros e latino-americanos operam sob sobrecarga crônica de trabalho, remuneração inadequada e salas superlotadas - condições que geram esgotamento extensivamente documentado na literatura. Sob essas condições, quando o estudante cuja rede frontoparietal foi atenuada chega a uma sala de aula já exausta, as condições para uma demanda diagnóstica estão postas.

As condições da vida familiar da classe trabalhadora, segundo Fraga (2024), revelam a distribuição social do risco neurológico. Uma criança cujo cuidador trabalha em múltiplos empregos e cujas horas de vigília são passadas no consumo passivo de conteúdo algorítmicamente otimizado chega à escola com uma Rede de Modo Padrão saturada e uma Rede Frontoparietal habituada à não ativação. Isso não é um déficit neurológico inato; é uma condição neurológica ambientalmente produzida. Quando essa criança encontra a IAGen como ferramenta educacional sem o andamento da mediação pedagógica, o efeito iatrogênico se agrava.

Os instrumentos psicométricos empregados na avaliação clínica - testes de inteligência padronizados, escalas de atenção, baterias de função executiva - medem o desempenho cognitivo abstraindo das condições ambientais que o moldaram. Aplicados a um estudante cujo perfil reflete anos de aprendizagem mediada por IA em contexto de privação material, esses instrumentos registram déficits genuínos - reais no momento da medição, mesmo que não constitutivamente neurológicos. O rótulo diagnóstico converte um problema educacional socialmente produzido em dado aparentemente natural e biológico, absolvendo a escola de sua responsabilidade pedagógica.

O circuito se fecha: a máquina produz o déficit pela supressão da luta produtiva; a escola produz a demanda diagnóstica por seu vácuo metodológico e esgotamento; o clínico produz o rótulo biológico pela avaliação descontextualizada; o Estado e a indústria farmacêutica produzem o tratamento pela medicação. E a escola e o Estado são absolvidos porque o problema, agora, é o cérebro da criança. Isso não é conspiração; é uma propriedade emergente do sistema - consequência da convergência entre governança educacional neoliberal, capitalismo farmacêutico e uso acrítico de tecnologia algorítmica numa sociedade estruturalmente desigual.

4. PRÁXIS EMANCIPATÓRIA

4.1 Literacia Crítica de IA Generativa como Condição Estrutural

A análise precedente não conduz a uma posição tecnofóbica. Em 2025, dados indicavam que 92% dos estudantes universitários já utilizavam ferramentas de IAGen em sua prática acadêmica (Higher Education Policy Institute, 2026). A questão não é se usar essas ferramentas, mas sob quais condições de mediação, com qual arquitetura pedagógica e em direção a quais fins.

O primeiro eixo da práxis emancipatória é o desenvolvimento da Literacia Crítica de IA Generativa (LC-IAGen): um referencial pedagógico que trata o estudante não como consumidor passivo de outputs algorítmicos, mas como interrogador crítico das operações, pressupostos e constrangimentos epistêmicos da ferramenta. A LC-IAGen requer que os estudantes se engajem com questões de proveniência de dados e vies algorítmico; reconheçam as genealogias coloniais embutidas nos corpora de treinamento; desenvolvam consciência metacognitiva da diferença entre produção assistida por ferramenta e compreensão internalizada; e pratiquem estratégias ativas de construção de sentido - anotações, questionamento autoestruturado, mapeamento de argumentos, discussão entre pares - que a pesquisa demonstra necessárias para a consolidação genuína da memória.

A pesquisa de Kreijkes *et al* (2026) fornece o fundamento empírico: a aprendizagem mediada por IA produz melhorias duráveis na compreensão leitora e na retenção apenas quando os usuários complementam a interação com a IA com estratégias de engajamento ativo. Sem esse requisito estrutural, as interações não produzem benefício cognitivo mensurável. A implicação é direta: a integração da IA sem um referencial de LC-IAGen é educacionalmente inerte na melhor das hipóteses, ativamente prejudicial na pior.

4.2 O Educador como Mediador Estratégico

O segundo eixo reposiciona o educador como curador estratégico e mediador ético de ambientes de aprendizagem habilitados por IA, em vez de observador passivo ou oponente resistente à integração tecnológica. Esse reposicionamento requer o design deliberado de atrito produtivo dentro das tarefas mediadas por IA: restrições, pontos de verificação e prompts reflexivos que preservem o engajamento cognitivo necessário -

o que Bastani *et al* (2025) denominam guard-rail science.

Esse reposicionamento exige que os educadores desenvolvam fluência em IA: não apenas proficiência técnica, mas compreensão conceitual e pedagógica de como os sistemas produzem outputs, quais são seus vieses estruturais e como seu uso pode ser calibrado para apoiar, em vez de suplantar, o desenvolvimento cognitivo. Sem essa fluência, o educador não distingue aprendizagem genuína de desempenho dependente de ferramenta, não identifica o Efeito Muleta em sua sala de aula e não pode construir designs pedagógicos que preservem a luta produtiva necessária.

As dimensões do ensino que a IA não consegue replicar - a sintonia empática com as condições biográficas do aprendiz; o julgamento ético sobre a adequação de intervenções específicas; a confiança relacional que permite a vulnerabilidade diante do não-saber - são precisamente aquelas que o educador emancipatório deve aprofundar. O conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) de Vygotsky (1978) adquire nova urgência: o educador é o andaime humano insubstituível na transição do desempenho dependente de ferramenta para a competência internalizada.

4.3 Neuroeducação Baseada em Evidências como Metodologia Contra-Hegemônica

O terceiro eixo é o desenvolvimento e a institucionalização da neuroeducação baseada em evidências - que rompe o vácuo metodológico identificado por Lacerda (2024) como causa proximal do recurso da escola ao colonialismo diagnóstico. Para fundamentar esse eixo, adota-se a perspectiva de Marsiel *et al.* (2024, p. 110), os quais estipulam que:

Por definição do campo, tomaremos como base que a neuroeducação é a área de intersecção entre a educação, a psicologia comportamental e as neurociências, quando estas objetivam mutuamente avaliar, aprimorar e propor formas de ensino e aprendizagem, para si e para os outros, baseando-se no funcionamento do cérebro humano.

Nesse sentido, a neuroeducação baseada em evidências, sob essa ótica interseccional, integra a neurociência da aprendizagem com a prática pedagógica, fundamentando-se em pesquisas sobre metodologias de eficácia consistentemente demonstrada em populações diversas: prática de recuperação, repetição espaçada, intercalação, interrogação elaborativa e monitoramento metacognitivo.

Ao fundamentar sua prática nessa base, os educadores adquirem o vocabulário metodológico para desafiar o colonialismo diagnóstico: articular, com precisão empírica, por que as dificuldades de um estudante podem refletir déficits ambientalmente produzidos; elaborar intervenções pedagógicas documentáveis; e resistir à pressão institucional em direção à externalização diagnóstica.

A dimensão decolonial dessa práxis requer que a base de evidências da neuroeducação seja ativamente expandida para incorporar o conhecimento pedagógico não eurocentrado: as epistemologias das comunidades afro-brasileiras, indígenas e outras comunidades marginalizadas cujas práticas de aprendizagem constituem recursos cientificamente pouco explorados. O currículo emancipatório interroga os pressupostos

epistemológicos da ciência cognitiva ocidental e o enriquece pelo engajamento genuíno com as tradições de conhecimento que ela historicamente excluiu.

4.4 Síntese: Rompendo o Circuito

O circuito sistêmico da IPA - déficit cognitivo algoritmicamente produzido > vácuo metodológico > colonialismo diagnóstico > gestão farmacêutica > absolvição do fracasso educacional - só pode ser rompido por intervenções estruturais em cada um de seus nós. A adoção individual da neuroeducação baseada em evidências é necessária, mas insuficiente; ela deve ser acompanhada pelo reinvestimento estatal na infraestrutura pedagógica, pela formação continuada de professores e pelas condições estruturais que tornam possível a criatividade pedagógica sustentada.

A IPA não é um destino inevitável: é o resultado mensurável de escolhas institucionais sobre mediação pedagógica. A pergunta que o programa de pesquisa proposto busca responder não é se a IAGen prejudica a cognição, mas sob quais condições específicas esse prejuízo ocorre - e como modificar essas condições. Esse é o terreno em que a crítica se converte em ciência.

5. PROGRAMA DE PESQUISA E AGENDA PÚBLICA

Uma teoria com pretensão de alcance mais amplo precisa gerar pesquisas, disputas conceituais e, sobretudo, ser útil para quem pesquisa, ensina e formula política educacional.

5.1 Estudo Piloto com Variáveis Observáveis (Horizonte de 6 a 12 meses)

A teoria IPA ganhará autoridade científica quando produzir dados empíricos originais. O estudo piloto proposto opera com as seguintes variáveis:

I) Variáveis dependentes primárias:

a) Conectividade neural frontoparietal (proxy comportamental: desempenho em tarefas de função executiva padronizadas - Wisconsin Card Sorting Test, Stroop, span de dígitos reverso) em grupos com e sem uso habitual de IAGen não mediada.

b) Índice de autoria discursiva: análise da originalidade argumentativa, marcadores identitários e diversidade retórica em textos produzidos com e sem IAGen por estudantes de populações diversas.

c) Taxa de encaminhamento diagnóstico por escola em função do índice de adoção de IAGen não mediada, controlada por variáveis socioeconômicas e demográficas.

II) Variável independente principal:

Condição de mediação pedagógica:

- a) IAGen como substituto sem mediação;
- b) IAGen com scaffolding e revisão ativa;
- c) IAGen com LC-IAGen explícita;
- d) sem IAGen (controle).

III) Variáveis moderadoras:

a) Nível socioeconômico; raça/etnia dos estudantes; formação do educador em letramento de IA;

b) Protocolo: Pré-teste intervenção diferenciada por condição (12 semanas); pós-teste follow-up (6 meses). O follow-up é crítico para distinguir efeitos de aprendizagem duráveis de efeitos de desempenho imediato. O contexto de escolas públicas do Espírito Santo oferece diversidade socioeconômica e racial que permite comparações intrarregionais significativas.

5.2 Programa Comparativo Multicêntrico (Horizonte de 2 a 5 anos)

O eixo da colonialidade algorítmica só ganha estatura empírica com dados comparativos que demonstrem o efeito diferencial sobre populações subalternizadas em contextos distintos. O programa multicêntrico replica o estudo piloto em pelo menos três contextos: Brasil periférico (Espírito Santo, Nordeste, Amazônia); África lusófona (Angola, Moçambique); e comunidades indígenas da América Latina, contexto para o qual Mbah e Jarvis (2026) já oferecem o referencial teórico.

A comparação multicêntrica permite: (a) testar se a fenocópia diagnóstica ocorre com intensidade diferenciada em contextos de maior vulnerabilidade epistêmica; (b) verificar se a colonialidade algorítmica é mensurável pela análise do apagamento linguístico nos textos mediados; e (c) identificar práticas de mediação crítica eficazes em contextos culturais distintos.

5.3 Agenda Pública: Da Teoria à Política Educacional

A agenda pública da IPA desenvolve-se em três frentes:

Frente 1 - Formação docente: Inserção da Literacia Crítica de IA Generativa como componente na formação inicial e continuada de professores, ancorada na base empírica da neuroeducação.

Frente 2 - Protocolo diagnóstico: Inclusão, nos protocolos de avaliação neuropsiquiátrica de crianças e adolescentes em contexto escolar, de seção sobre histórico de uso de IAGen e condições de mediação pedagógica. Isso não elimina o diagnóstico legítimo; torna-o contextualmente responsável.

Frente 3 - Regulação pública: Contribuição à discussão regulatória sobre o uso de

IAGen na educação básica, com argumento baseado em evidências de que a adoção sem mediação estruturada constitui risco educacional documentável - especialmente para populações em situação de vulnerabilidade socioeconômica e epistêmica.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa propõe o conceito de Iatrogênese Pedagógica Algorítmica para investigar a produção estrutural de déficits cognitivos causados pelo uso não mediado da inteligência artificial generativa em contextos educacionais. O objetivo deste estudo é o de formular uma crítica rigorosa às condições de uso dessas ferramentas de inteligências artificiais e não uma negação da tecnologia em si, demonstrando como a falta de uma mediação pedagógica do professor estruturada transforma o ato educativo de produção em um mero consumo de conteúdo. Além disso, buscou-se estabelecer um programa de pesquisa empírica em 3 camadas que pudesse testar refinar e adaptar a teoria proposta em um ambiente escolar.

A tese principal deste trabalho sustenta que a utilização da inteligência artificial generativa como substituto cognitivo, em detrimento de um andaime mediado por um docente, gera uma progressiva atenuação da ativação da rede frontoparietal do cérebro, fenômeno caracterizado como dívida cognitiva. Nesse sentido, resulta em uma consequência neurofisiológica crônica, levando os aprendizes a terem prejuízos mensuráveis na memória de trabalho, na tensão sustentada e nas funções executivas dos estudantes. E o impacto central dessa dinâmica é o surgimento do “Efeito Muleta”, um estado de competência dependente da tecnologia (IAGen) que se dissolve por completo na ausência da prótese tecnológica.

O direcionamento deste estudo visa alcançar professores-pesquisadores que adotam abordagens metodológicas baseadas em evidências, bem como neurocientistas e demais educadores interessados na integração da IA Generativa no cenário escolar. Esta leitura também serve de convite à reflexão sobre a necessidade de se investir na formação docente voltada para o desenvolvimento de práticas de Letramentos Críticos em IA e seus desdobramentos na educação. Uma das principais lacunas é a necessidade aprofundar os estudos sobre a reversibilidade dos déficits cognitivos por meio de práticas de atrito produtivo e ativas, sem o suporte de intervenções farmacológicas.

REFERÊNCIAS

AGUERO, L. de O.; PACÍFICO, M. Neuroeducação e os Benefícios do Bilinguismo. **Observatório De La Economía Latinoamericana**, [S. l.], v. 23, n. 11, p. e12318, 2025. DOI: 10.55905/oelv23n11-130. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/123>

ARROYO, M. G. **Outros sujeitos, outrestudos sobre**. Petrópolis: Vozes, 2013.

BASTANI, H. et al. **Generative AI can harm learning**. [S. l.]: The Wharton School, 2025. (Research Paper). DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4895486>.

BENJAMIN, R. **Race After Technology**: Abolitionist Tools for the New Jim Code. Cambridge: Polity Press, 2019.

BJORK, R. A.; BJORK, E. L. Making things hard on yourself, but in a good way. *In: Psychology and the Real World*. Nova York: Worth Publishers, 2011. p. 56–64.

BOURDIEU, P.; PASSERON, J.-C. **Reproduction in Education, Society and Culture**. Londres: Sage Publications, 1977.

ELIAS, N. **O Processo Civilizador**. rev. ed. Oxford: Blackwell, 2000.

FRAGA, D. **Neurociência, telas e desenvolvimento infantil**: implicações clínicas e educacionais. 2024. Comunicação pessoal.

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

GIDDENS, A. **As Consequências da Modernidade**. Stanford: Stanford University Press, 1990.

HIGHER EDUCATION POLICY INSTITUTE (HEPI). **Student Generative Artificial Intelligence Survey 2026**. Londres: HEPI, 2026.

ILLICH, I. **Limits to Medicine**: Medical Nemesis. Londres: Marion Boyars, 1976.

KAHNEMAN, D. **Rápido e Devagar**: Duas Formas de Pensar. Nova York: Farrar, Straus and Giroux, 2011.

KHALID, A.; HASSAN, R.; YUSUF, M. Efficiency, engagement, and cognitive offloading: a review of generative AI in education. *In: International Journal of Education, Psychology and Counseling*, v. 11, n. 2, 2026.

KOSIK, K. **Dialética do Concreto**. Dordrecht: D. Reidel Publishing, 1976.

KOMSYNA, N. et al. **Your brain on ChatGPT**: Accumulation of cognitive debt when using an AI assistant for essay writing task. [S. l.]: MIT Media Lab, 2025. (Working Paper).

KREIJKES, P. et al. Active engagement strategies moderate the effect of AI-assisted reading on memory retention. *In: Journal of Educational Psychology*, 2026. Publicação antecipada online.

LACERDA, L. **Educação baseada em evidências, modismos e a medicalização do fracasso escolar**. 2024. 1 videoaula.

MARX, K. **Manuscritos Econômico-Filosóficos de 1844**. Nova York: Prometheus Books, 1988.

MBAH, F. M.; JARVIS, C. Towards a decolonial AI sovereignty model for indigenous educational settings. *In: Cogent Education*, v. 13, n. 1, 2026.

MILGRAM, S. **Obedience to Authority**: An Experimental View. Nova York: Harper & Row, 1974.

NOBLE, S. U. **Algorithms of Oppression**: How Search Engines Reinforce Racism. Nova York: NYU Press, 2018.

NYAABA, G.; MENSAH, A.; ASANTE, K. Generative AI and digital neocolonialism in global education: towards an equitable framework. *In: Journal of Digital Educational Technology*, v. 6, n. 1, 2026.

ORLANDI, E. P. **Discurso e texto**: Formulação e circulação dos sentidos. Campinas: Pontes, 2001.

PACÍFICO, M. *et al.* Neuroeducação: entre avanços e expectativas. *In: PACÍFICO, M. (org.). Pesquisas em Educação*: Formação de Professores, Culturas e Diversidade. Campo Grande, MS: Secretaria de Estado de Educação do Mato Grosso do Sul - SED/MS, 2024. p.105-122.

PATTO, M. H. S. **A produção do fracasso escolar**: Histórias de submissão e rebeldia. São Paulo: T. A. Queiroz, 1990.

QUIJANO, A. Coloniality of power, Eurocentrism, and Latin America. *In: Nepantla: Views from South*, v. 1, n. 3, p. 533–580, 2000.

RISKO, E. F.; GILBERT, S. J. Cognitive offloading. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 20, n. 9, p. 676–688, 2016.

SANTOS, B. de S. **Epistemologies of the South**: Justice Against Epistemicide. Boulder: Paradigm Publishers, 2014.

STADLER, M.; FISCHER, F.; GREIFF, S. Taking a shortcut: LLM-based shortcuts' influence on cognitive engagement and learning. **Computers in Human Behavior**, 2024. Publicação antecipada online.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in Society**: The Development of Higher Psychological Processes. Cambridge: Harvard University Press, 1978.

WALSH, C. Interculturalidad y colonialidad del poder. *In: El giro decolonial*. Bogotá: Siglo del Hombre, 2007. p. 47–62.