



LETRAMENTO CIENTÍFICO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: UMA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PARA PRÁTICAS DE ENSINO EMANCIPADORAS

SCIENTIFIC LITERACY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE: AN INTERVENTION PROPOSAL FOR EMANCIPATIONAL TEACHING PRACTICES

DOI: 10.5281/zenodo.20754613



Marcus Túlio de Freitas Pinheiro¹

Herbert Gomes da Silva²

Neide Souza Graça Pinheiro³

Regiani Coser Cravo⁴

Rosana Sales de Jesus⁵

RESUMO

Este artigo propõe uma articulação teórica e metodológica de três pesquisas em desenvolvimento que investigam o Letramento Científico e a apropriação da Inteligência Artificial (IA) em diferentes contextos educacionais: na Escola, nos Clubes de Ciência e na Educação Superior. Tratando-as como ações de intervenção, a pesquisa explora um aporte teórico multirreferencial, fundamentado na pedagogia crítica de Paulo Freire, em teorias da cognição e em conceitos como a Cultura Maker e Comunidades de Prática. Argumenta-se que a integração desses ambientes e abordagens, aliada a uma apropriação crítica da IA, fomenta uma Educação transformadora. Os referenciais teóricos das pesquisas foram convertidos para a língua inglesa a fim de possibilitar a interpretação em um software de análise semântica, o Tropes. Para a etapa de representação, utilizou-se a análise em formato de redes, elaborada por meio da plataforma Gephi. Em seguida, foi identificada a emergência de

1 Doutor em Educação, Universidade Federal da Bahia, UFBA. E-mail: mtuliop@gmail.com

2 Doutor em Educação, Universidade de São Paulo, USP. E-mail: herbert.gomes@ufba.br

3 Doutoranda em Difusão do Conhecimento, Universidade Federal da Bahia, UFBA.

E-mail: neidegp@gmail.com

4 Universidade do Estado da Bahia, UNEB. E-mail: regiani.cravo@gmail.com

5 Mestre em Gestão e Tecnologias Aplicadas à Educação, Universidade do Estado da Bahia, UNEB. E-mail: rosaatep@gmail.com

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição
(CC BY)





conceitos aferentes, eferentes e de transição, compondo a análise conceitual construída a partir dos temas geradores. A Análise de Emergência de Conceitos (AEC) é apresentada como metodologia convergente que permite mapear as redes de significados que emergem dessas práticas, subsidiando o desenvolvimento de currículos e ações pedagógicas que visam a formação de cidadãos autônomos e críticos em uma sociedade complexa.

Palavras-chave: Letramento Científico; Inteligência Artificial; Análise de Emergência de Conceitos; Intervenção Pedagógica; Práticas de Ensino.

ABSTRACT

This article proposes a theoretical and methodological articulation of three ongoing studies that investigate Scientific Literacy and the appropriation of Artificial Intelligence (AI) in different educational contexts: in Schools, in Science Clubs, and in Higher Education. Treating them as intervention actions, the research draws on a multi-referential theoretical framework, grounded in Paulo Freire's critical pedagogy, in cognitive theories, and in concepts such as the Maker Culture and Communities of Practice. It is argued that the integration of these environments and approaches, combined with a critical appropriation of AI, fosters a transformative Education. The theoretical frameworks of the studies were translated into English in order to enable interpretation through a semantic analysis software, Tropes. For the representation stage, network analysis was employed using the Gephi platform. Subsequently, the emergence of afferent, efferent, and transitional concepts was identified, composing the conceptual analysis derived from the generative themes. The Concept Emergence Analysis (CEA) is presented as a convergent methodology that enables the mapping of meaning networks emerging from these practices, supporting the development of curricula and pedagogical actions aimed at educating autonomous and critical citizens in a complex society.

Keywords: Scientific Literacy; Artificial Intelligence; Concept Emergence Analysis; Pedagogical Intervention; Teaching Practices.

INTRODUÇÃO

O cenário educacional contemporâneo é marcado por transformações aceleradas decorrentes do desenvolvimento científico-tecnológico, demandando a formação de cidadãos críticos, criativos e socialmente engajados. À medida que a ciência e a tecnologia se expandem e se entrelaçam em diferentes dimensões da vida cotidiana, intensifica-se também o risco de aprofundamento das desigualdades sociais, criando barreiras que comprometem o exercício pleno e equitativo da cidadania. Nesse contexto, o letramento científico e, mais recentemente, o letramento em Inteligência Artificial (IA), configuram-se como competências

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição
(CC BY)





indispensáveis para a participação ativa e consciente nessa sociedade do conhecimento. Tal perspectiva implica reconhecer que a educação científica não pode ser reduzida à transmissão de conteúdos, mas deve constituir-se como prática cognitiva, dialógica e situada, capaz de articular conhecimento, ação e sentido. Conforme argumenta Sacristán (2000), o currículo deve ser entendido como prática em ação, em constante negociação social, e, nesse processo, a cognição emerge como eixo central de produção de significados, favorecendo aprendizagens que ultrapassam a dimensão instrumental e alcançam a formação crítica (Macedo; Silva e Silva, 2024).

Diante disso, este artigo propõe uma articulação entre três iniciativas de pesquisa em desenvolvimento que, embora situadas em diferentes níveis educacionais - mestrado e doutorado - convergem no propósito de investigar e fomentar práticas pedagógicas inovadoras. Essas pesquisas entendem as intervenções pedagógicas como estratégias para qualificar os processos de ensino e aprendizagem, explorando a integração entre metodologias ativas, tecnologias digitais e referenciais epistemológicos contemporâneos.

A primeira investigação centra-se no Ensino Fundamental II, ao adotar uma metodologia baseada em projetos integradores e na Cultura Maker como estratégia de ensino de Ciências (Jesus; Pinheiro, 2025). A segunda dedica-se à análise dos Clubes de Ciência na Bahia, considerando-os espaços de educação não formal capazes de fomentar a aprendizagem significativa, a criatividade e o pensamento crítico (G. Pinheiro; Silva, 2025). A terceira iniciativa, situada na educação superior, problematiza as concepções e os usos da Inteligência Artificial, examinando como podem ser criticamente apropriados no desenvolvimento curricular (Cravo; Pinheiro, 2025).

Em conjunto, essas investigações compõem um panorama coeso acerca da necessidade de abordagens ativas, críticas e contextuais para a formação científica e tecnológica que promovam atuação e transformação do cotidiano a partir da prática educativa. Este trabalho busca, portanto, estabelecer um diálogo entre as propostas supracitadas, evidenciando tanto seus aportes teóricos compartilhados quanto a convergência metodológica em torno da





Análise de Emergência de Conceitos (AEC), proposta por Pinheiro (2026). Ao fazê-lo, pretende contribuir para o fortalecimento de práticas de ensino alinhadas aos desafios atuais da educação, promovendo processos formativos mais consistentes, interdisciplinares e responsivos às demandas sociais.

Além de se configurar como instrumento de mapeamento semântico, a AEC deve ser compreendida como uma metodologia formativa, pois revela a lógica interna que organiza o campo de conhecimento e explicita como os conceitos emergem, se articulam e se transformam em práticas pedagógicas. Assim, o processo investigativo não se limita à análise das redes, porém, assume também a função de promover uma recursividade analítica crítica sobre o próprio fazer educativo, favorecendo currículos em ação (Sacristán, 2000) e consolidando uma visão de educação como prática social transformadora. Ao adotar esta abordagem, esta pesquisa amplia a compreensão do propósito da pesquisa em educação, ao mesmo tempo em que reafirma a centralidade da crítica, da cognição e da inovação como dimensões indissociáveis da formação contemporânea.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS E EPISTEMOLÓGICOS

As pesquisas em desenvolvimento ancoram-se em um campo teórico multirreferencial que contempla as categorias pedagógicas, cognitivas e epistemológicas. O conceito de Letramento Científico constitui o eixo central, entendido como a capacidade de mobilizar o conhecimento científico na vida cotidiana e no exercício pleno da cidadania (Sasseron; Carvalho, 2008; G. Pinheiro; Silva, 2025), implicando na apropriação de conceitos e concepções, que referenciam a tomada de decisões como modo de ação no mundo. Nesse sentido, constitui-se cognitivamente uma compreensão sobre os fenômenos da natureza, sistematizados no campo das Ciências e suas relações com a tecnologia, a sociedade e o ambiente, possibilitando uma atuação consciente e crítica diante das problemáticas contemporâneas sociocientíficas. Ainda, envolve a compreensão de que investigar a

**Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social**

**A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição
(CC BY)**





aprendizagem para o letramento científico deve considerar, sob a perspectiva da complexidade, que há diferentes dimensões em seu processo que perpassa pelo domínio de vocabulário, de conhecimento conceitual e de estabelecer relações com a sua vida, conforme propõem Bybee (1995).

A concepção supracitada é fortalecida pela perspectiva de Paulo Freire, cuja pedagogia compreende a educação como ato político e prática emancipatória, na qual os sujeitos devem decodificar por meio da análise crítica da situação cotidiana (Freire, 1967). Nessa perspectiva, a educação deve ser um processo de conscientização, no qual os educandos, por meio do diálogo e da reflexão sobre sua própria realidade, superam uma visão ingênua do mundo para desenvolver uma consciência crítica que os capacita a agir e transformar sua realidade. Elementos como o diálogo, a problematização da realidade e o desenvolvimento da autonomia e criticidade permeiam as três propostas. Nesse sentido, a “Pedagogia da Pergunta” (Freire; Faundez, 1985) inspira a análise do uso de prompts em Inteligência Artificial, problematizando em que medida tais práticas favorecem a autonomia cognitiva ou, ao contrário, a automatização de tarefas (Cravo; Pinheiro, 2025).

A pedagogia da pergunta sustenta-se na ideia de que o conhecimento não se estabelece de maneira linear ou passiva, mas nasce do ato de indagar o mundo e a própria experiência humana, que envolve pronunciá-lo e modificá-lo. Nesse sentido, a pergunta é mais que um recurso didático, trata-se de um movimento existencial que impulsiona a transformação da realidade, pois traduz a curiosidade epistemológica em ação crítica. Ao valorizar a capacidade de perguntar, essa abordagem rompe com práticas pedagógicas que privilegiam a mera transmissão de respostas prontas e estimula o educando a participar ativamente da construção do saber, aprendendo a problematizar, reelaborar questões e vincular o aprendizado a situações concretas. Assim, a pedagogia da pergunta favorece o engajamento crítico e criador, no qual aprender significa interagir de forma reflexiva e propositiva com o mundo (Freire; Faundez, 1985).





No campo cognitivo, os referenciais mobilizados ampliam a compreensão da aprendizagem como fenômeno complexo e plural. Destacam-se: a perspectiva histórico-cultural de Lev Vygotsky, que enfatiza a mediação social e semiótica nos processos de aprendizagem. Segundo Vygotsky (1984), o desenvolvimento das funções psicológicas superiores ocorre por meio da interação com outros indivíduos e com os signos culturais, sendo a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) - a distância entre o que o aprendiz pode fazer sozinho e o que pode realizar com auxílio - o espaço privilegiado para a intervenção pedagógica; a Teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner, que reconhece a diversidade de perfis cognitivos, superando a visão de uma inteligência única e unitária. Gardner (1994) propõe a existência de diferentes competências, como a linguística, a lógico-matemática, a espacial, a musical, a corporal-cinestésica, a interpessoal e a intrapessoal, defendendo que as práticas educativas devem valorizar e estimular essas múltiplas faculdades (Jesus; Pinheiro, 2025).

A concepção de Comunidades de Prática de Étienne Wenger, aplicada à análise dos Clubes de Ciência (G. Pinheiro; Silva, 2025), que podem ser descritos como uma proposta de trabalho pedagógico voltado para o ensino por investigação, na qual os conceitos e concepções estão intrinsecamente relacionados ao contexto da aprendizagem. Para Wenger (1998), uma comunidade de prática é um grupo de pessoas que se engajam em um processo de aprendizagem coletiva em torno de um domínio compartilhado. Essa aprendizagem ocorre por meio da interação, da colaboração e do compartilhamento de repertórios e práticas, sendo um referencial potente para analisar a construção de conhecimento em contextos informais; e a Teoria da Complexidade de Edgar Morin, que fundamenta a compreensão do currículo como processo dinâmico, interativo e inacabado (Cravo; Pinheiro, 2025). A teoria da complexidade, segundo Morin (2000), propõe um pensamento capaz de religar os saberes, superando a fragmentação disciplinar. Ensina a lidar com a incerteza e a contradição, defendendo que o conhecimento pertinente é aquele que consegue situar qualquer informação em seu contexto e, se possível, no conjunto em que está inscrita.





Além dos referenciais postos, emergem conceitos complementares, como a Cultura Maker, que valoriza o “aprender fazendo” (learning by doing). Este movimento promove uma abordagem prática e criativa para a aprendizagem, na qual os estudantes se engajam ativamente na criação de projetos, protótipos e soluções para problemas reais, frequentemente com o auxílio de tecnologias de fabricação digital (Martinez; Stager, 2014). Soma-se a discussão sobre a Inteligência Artificial enquanto fenômeno social que exige competências cognitivas, éticas e críticas para sua apropriação significativa. Embora cada estudo se desenvolva a partir de estratégias metodológicas específicas, evidencia-se uma convergência analítica em torno da adoção da Análise de Emergência de Conceitos (AEC), metodologia desenvolvida para aprofundar a análise cognitiva e compreender a dinâmica conceitual em discursos e práticas (Pinheiro, 2026).

A AEC parte da premissa de que o conhecimento constitui um campo fluido, um “plasma amorfo” em permanente processo de “vir a ser” (Pinheiro, 2026). Sua operacionalização envolve fases articuladas: a Análise Semântica, que identifica a frequência e a relevância dos termos em um discurso, realizada com softwares como o Tropes; a Análise de Redes, apoiada em ferramentas como o Gephi, que mapeia as conexões entre os conceitos e possibilita a identificação dos Núcleos Epistemológicos; e a Análise Cognitiva, etapa interpretativa que revela como os conceitos são articulados e ressignificados pelos sujeitos.

No âmbito da Análise de Redes, os núcleos epistemológicos são classificados para revelar sua função na rede: os Conceitos Aferentes são aqueles estruturantes e centrais, que ancoram o discurso; os Conceitos Eferentes são mais voláteis e periféricos, indicando novas ideias ou temas tangenciais; e os Conceitos em Estado T atuam como conectores, assegurando a coesão e a estabilidade da rede (Pinheiro, 2026). O processo culmina na interpretação cognitiva, permitindo mapear as redes de significados produzidas pelos participantes e evidenciar como essas redes sustentam práticas pedagógicas contextualizadas. Ao adotar a AEC, as três pesquisas oferecem subsídios para a formulação de intervenções pedagógicas que partem das concepções e necessidades dos atores sociais, promovendo a construção





coletiva do conhecimento (Jesus; Pinheiro, 2025; G. Pinheiro; Silva, 2025; Cravo; Pinheiro, 2025).

METODOLOGIA

A investigação adota uma abordagem de natureza qualitativa, fundamentada na análise de dados textuais extraídos de duas pesquisas de doutorado em desenvolvimento (Cravo e Pinheiro, 2025; Pinheiro e Silva, 2025) e uma pesquisa de mestrado, em desenvolvimento (Jesus e Pinheiro, 2025). Conforme salientam Gerhardt e Silveira (2009, p. 32), a pesquisa qualitativa “preocupa-se, portanto, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais”. Nessa perspectiva, o processo analítico busca identificar a recorrência e relações de termos e conceitos e interpretar os significados atribuídos pelos autores das pesquisas em curso, considerando seus contextos de produção e inserção acadêmica.

A etapa subsequente estrutura-se a partir da Análise de Emergência de Conceitos (AEC), proposta por Pinheiro (2026), a qual oferece suporte metodológico para compreender os processos de produção, apropriação e circulação de saberes. Essa abordagem permite examinar os mecanismos de difusão do conhecimento em diferentes contextos, abrangendo tanto cenários de baixa complexidade conceitual quanto ambientes dinâmicos e multifacetados, nos quais a emergência e a ressignificação dos conceitos ocorrem de maneira situada e relacional.

Como etapa inicial do processo analítico, procedeu-se a realização de um levantamento ideográfico a partir de resumos expandidos das pesquisas selecionadas. Esse levantamento possibilitou a construção de um corpus textual sistematizado, posteriormente submetido à ferramenta de análise semântica Tropes, a qual identifica categorias conceituais recorrentes e organiza os dados em torno de núcleos temáticos estruturantes. Tal procedimento viabilizou a identificação de conceitos emergentes e o mapeamento de suas inter-relações no





conjunto do material examinado, configurando-se como base preliminar para a etapa subsequente da investigação (Pinheiro, 2012; Cravo et al., 2024).

Com o intuito de aprofundar a análise, os dados processados foram estruturados em redes conceituais, compostas por nós, que representam os conceitos identificados, e por arestas, que expressam a frequência e a intensidade das conexões estabelecidas entre eles, operacionalizadas na plataforma Gephi . Na visualização resultante, o tamanho dos nós corresponde ao grau de centralidade dos conceitos na rede, de modo que nós mais amplos denotam maior número de conexões com outros elementos. As arestas, por sua vez, indicam a força das relações, determinada pela frequência de ocorrência conjunta dos conceitos. A disposição espacial segue critérios de agrupamento por proximidade semântica, o que possibilita evidenciar núcleos conceituais mais densos, bem como identificar relações estruturais mais abrangentes no conjunto analisado (Pinheiro, 2012; Cravo et al., 2024).

Ademais, a triangulação metodológica (Minayo; Assis e Souza, 2005) configura-se como estratégia complementar no processo investigativo, possibilitando o cruzamento de informações provenientes de diferentes etapas da análise. Esse procedimento visa assegurar maior consistência e robustez aos achados, ao articular os resultados oriundos do levantamento ideográfico, da análise semântica e da construção das redes conceituais. Dessa forma, a investigação busca mapear a emergência e circulação de conceitos, assim como compreender os sentidos atribuídos pelos sujeitos em seus contextos de produção acadêmica, contribuindo para a consolidação de um quadro interpretativo mais abrangente e crítico acerca das dinâmicas de construção do conhecimento científico.

ANÁLISE E DISCUSSÃO

Análise de Emergência de Conceitos (AEC) revelou a estrutura cognitiva que emerge da intersecção entre as três investigações acerca do Letramento Científico e Inteligência Artificial nos diferentes contextos: Escola, Clubes de Ciência e Currículo da Educação

**Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social**

**A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição
(CC BY)**



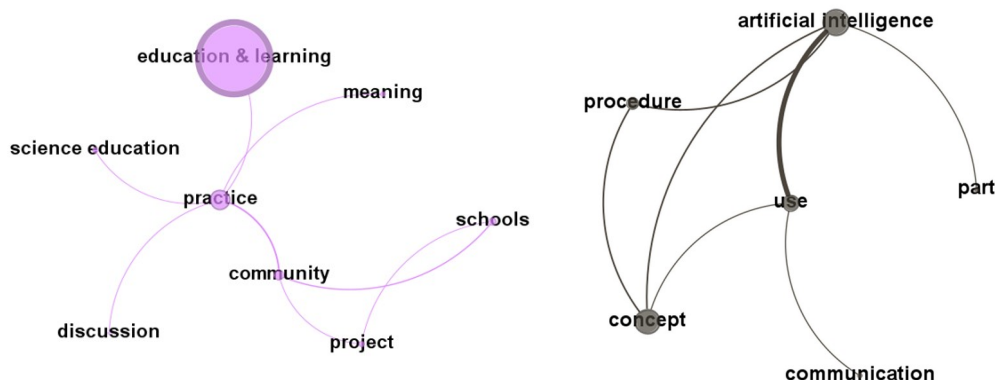


Superior. A organização dos conceitos em categorias aferentes, transitivos e eferentes delineia um mapa que expressa como este campo de conhecimento se estrutura, se dinamiza e se expande.

A AEC evidenciou uma estrutura cognitiva composta por núcleos formativos que se articulam em sequência, expressando a lógica do campo investigado. O núcleo Educação e Aprendizagem (education & learning) estabelece a base pedagógica; Inteligência Artificial (Artificial Intelligence) insere a dimensão tecnológica e conceitual; Ciência (science) orienta o Letramento Científico; Cognição (cognition) sustenta a compreensão epistemológica; Crítica (critic) define a orientação axiológica; e Método (methods) organiza as práticas de aplicação. Em conjunto, esses núcleos delineiam uma trajetória formativa que integra teoria, prática e transformação social.

Os conceitos aferentes constituem os pilares que conferem estabilidade, identidade e consistência ao campo investigado (Figura 1).

Figura 1 - Conceitos aferentes: o núcleo epistemológico estruturante



Nota: Elaboração própria.

A interpretação da estrutura (Figura 1) aponta para um campo centrado, sobretudo, nos processos de educação e aprendizagem (education & learning). Essa centralidade, entretanto,



não se restringe a uma perspectiva instrumental, mas incorpora a dimensão da cognição, destacando também inter-relações epistemológicas, pedagógicas e sociais que reforçam a articulação entre conhecimento, prática, reflexão e transformação. Tal orientação sinaliza uma preocupação com os processos mentais e a construção de sentidos, fundamental na compreensão dos atos políticos e sociais que constituem o cotidiano. A ciência emerge como objeto privilegiado de mobilização prática, o que coaduna com a perspectiva do letramento científico como forma de atuar no mundo.

A leitura da cartografia conceitual (Figura 1) ainda permite considerar que a educação, a aprendizagem, a prática e a comunidade formam os pilares aferentes desse núcleo, definindo sua identidade pedagógica. Esses conceitos estruturam uma educação que se realiza de forma coletiva e situada, por meio de práticas concretas e comunitárias. Em articulação com eles, conceitos transitivos, como escolas, educação científica e projeto, traduzem a materialidade da proposta, demonstrando que a ação pedagógica se efetiva em contextos formais e se organiza metodologicamente em projetos de caráter científico.

Nesse movimento, destacam-se ainda os conceitos eferentes, como significado e discussão, que apontam para o horizonte da proposta pedagógica: a construção de aprendizagens significativas mediadas pelo diálogo. A centralidade da cognição, associada à prática e ao contexto comunitário, revela, portanto, uma visão de educação que articula conhecimento, ação e reflexão, aproximando-se da pedagogia crítica e de perspectivas dialógicas que visam formar sujeitos capazes de compreender e transformar a realidade.

A inclusão da Inteligência Artificial (Artificial Intelligence) nesse núcleo (Figura 1) ocorre como elemento estruturante da dinâmica educacional. Concebida inicialmente como conceito, a IA é compreendida em sua dimensão teórica e crítica, sendo posteriormente mobilizada em práticas pedagógicas mediadas por procedimentos específicos, como parte de ecossistemas educativos mais amplos e, sobretudo, como instrumento de comunicação. Assim, a conjunção entre Educação e Aprendizagem e Inteligência Artificial constitui o

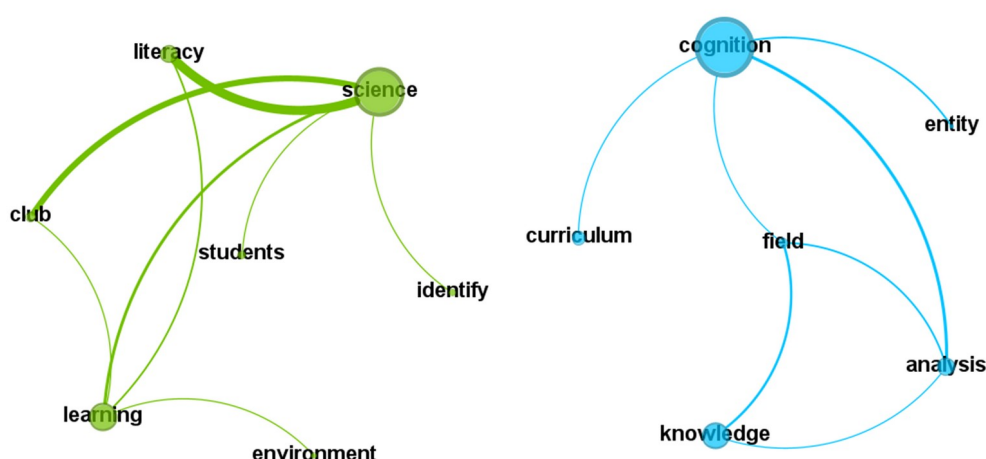




“DNA” conceitual da proposta: uma educação científica de base cognitiva, orientada para a prática e atravessada criticamente pela emergência da IA.

Enquanto os conceitos aferentes definem “o quê”, os conceitos transitivos expressam “o como”. Eles funcionam como conectores que conferem movimento ao núcleo estruturante, representando processos, atores e contextos pedagógicos (Figura 2).

Figura 2 - Conceitos transitivos: a dinâmica da ação pedagógica



Nota: Elaboração própria.

A análise cognitiva a partir do núcleo Ciência (science), Figura 2, evidencia que a ação pedagógica se organiza em torno do desenvolvimento do conhecimento e do letramento, mobilizando a investigação e a análise crítica como métodos privilegiados. Esse movimento corrobora a compreensão da ciência não como um produto acabado, e sim como um processo em constante construção, no qual aprender ciência significa engajar-se em práticas de investigação que conectam cognição, reflexão e aplicação em contextos reais.

Nesse cenário, docentes e currículos figuram como mediadores dessa ação, orientando os processos de aprendizagem científica (Sacristán, 2000; Macedo; Silva e Silva, 2024). A mediação exercida desloca a prática educativa de uma lógica meramente transmissiva para um

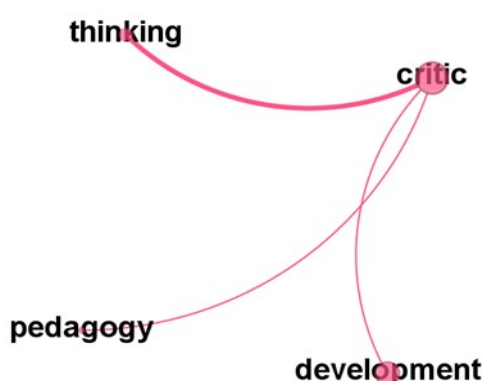


horizonte formativo mais amplo, no qual a aprendizagem se materializa tanto em espaços escolares quanto em comunidades de prática. A ciência, assim, cumpre uma função social e política, constituindo-se como eixo estruturante da educação científica.

A ação pedagógica delineada no núcleo Cognição (cognition), Figura 2, transcende a mera transmissão e acumulação de informações, orientando-se para a produção de significados. Mediada pela investigação, pela análise crítica e pela atuação docente, a prática educativa transcende a dimensão conteudista, configurando-se como um processo cognitivo e social. O resultado é uma educação científica que promove o letramento como instrumento de cidadania, possibilitando aos sujeitos compreender, interpretar e intervir criticamente em seu ambiente.

A análise do núcleo Crítica (critic), Figura 3, evidencia a centralidade da criticidade como valor estruturante do processo educativo. O conceito crítica ocupa posição aferente, funcionando como pilar sobre o qual se organizam os demais elementos da rede. A criticidade não aparece como atributo secundário, mas como objetivo formativo basilar das pesquisas, alinhado à pedagogia crítica freireana.

Figura 3 - Núcleo de natureza aferente



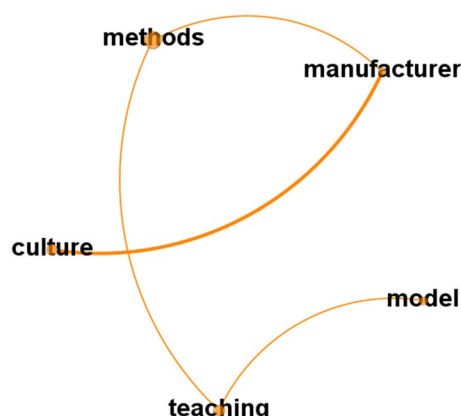
Nota: Elaboração própria.



Os conceitos thinking e pedagogy aparecem como manifestações e desdobramentos da criticidade. O primeiro representa sua dimensão cognitiva, materializada no pensamento crítico, enquanto o segundo delimita o campo teórico e prático que o sustenta, reafirmando a necessidade de uma pedagogia crítica e problematizadora. A Figura 3 mostra essas conexões de modo claro: crítica como núcleo central, articulado ao desenvolvimento e projetado em práticas pedagógicas e cognitivas. Assim, o núcleo sintetiza o compromisso das pesquisas em promover uma educação que não se limita à transmissão de conteúdos, mas visa formar sujeitos capazes de pensar, analisar e intervir criticamente em seu contexto social.

O núcleo de natureza eferente - método (methods), Figura 4, representa as manifestações concretas e contextuais do campo, conectando a estrutura teórica e processual às práticas situadas.

Figura 4 - Núcleo de natureza eferente



Nota: Elaboração própria.

A interpretação (Figura 4) reafirma a articulação entre as três pesquisas estudadas, ao evidenciar a centralidade metodológica que orienta suas práticas. Termos como manufacturer remetem diretamente à Cultura Maker e à pesquisa-ação escolar, enquanto club aponta para os espaços de educação não formal, compreendidos como ambientes que expandem a

**Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social**

**A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição
(CC BY)**



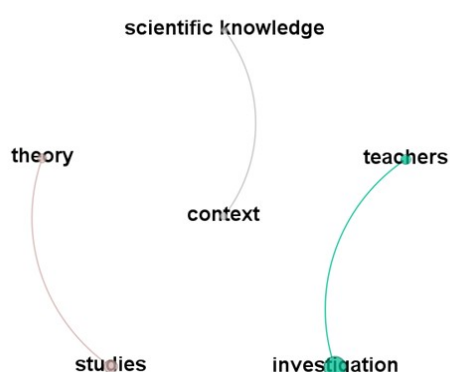


aprendizagem para além do sistema formal (Marandino, 2017). Já model dialoga com a concepção do currículo como ente cognitivo, evidenciando que a prática educativa produz modelos passíveis de sistematização e difusão, fundamentados em uma lógica epistemológica consistente. Nesse cenário, os estudantes emergem como sujeitos protagonistas do processo formativo, em consonância com uma metodologia ativa e situada.

Adicionalmente, conceitos como thinking e meaning indicam o horizonte pedagógico da proposta, orientado para o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa. A presença de termo como culture fortalece a compreensão da aprendizagem como fenômeno situado, social e culturalmente mediado, reiterando que os métodos de ensino não são universais ou neutros, mas atravessados por práticas culturais específicas. Assim, a articulação entre métodos, cultura e prática pedagógica sustenta uma concepção de educação que transforma os estudantes em construtores ativos de conhecimento, capazes de produzir sentido e inovar a partir de sua inserção em comunidades de aprendizagem.

Para além de permitir identificar núcleos epistemológicos, a AEC permite identificar conexões binárias (Figura 5) que revelam dinâmicas estruturantes no campo investigado.

Figura 5 - Conexões binárias



Nota: Elaboração própria.



A relação entre investigação (investigation) e professores (teachers) configura-se como um eixo estruturante das propostas pedagógicas. Essa conexão expressa uma interdependência recíproca - a prática docente é ressignificada pela investigação, ao mesmo tempo em que a investigação assume novos contornos a partir da ação docente. Nesse processo, o professor emerge como mediador da investigação, organizando experiências que transformam a curiosidade dos estudantes em percursos de letramento científico. Ao mesmo tempo, a investigação passa a constituir o próprio objeto de reflexão pedagógica, levando os professores a analisarem e ressignificarem suas práticas. Assim, a docência não se limita a orientar a pesquisa, mas incorpora uma dimensão investigativa intrínseca, em que o educador atua também como pesquisador de sua ação formativa.

A natureza transitiva dos conceitos - investigação e professores, conforme evidenciado por meio da AEC, reitera sua função estratégica. Ambos operam como conectores dinâmicos entre teoria e prática, currículo e comunidade. Essa relação instaura um ciclo: ao mediar processos investigativos, o professor favorece o desenvolvimento crítico dos estudantes e, ao refletir sobre sua prática, potencializa sua própria formação. Desse modo, a conexão entre investigação e professores constitui o elemento que sustenta a transformação pedagógica, articulando fundamentos epistemológicos a práticas inovadoras.

A relação entre conhecimento científico (scientific knowledge) e contexto (context), Figura 5, constitui um ponto-chave para a compreensão da aprendizagem, pois expressa uma relação de mútua constituição. Diante disso, a interação não se reduz a uma aplicação direta do saber formal à realidade cotidiana, uma vez que assume caráter dialético, em que um termo ressignifica o outro. O contexto, ao fornecer situações concretas e problemas socialmente relevantes, é o elemento que confere sentido e pertinência ao conhecimento científico, transformando-o em recurso vivo e articulado às práticas dos sujeitos. Sem essa mediação, o saber pode permanecer abstrato e desvinculado da experiência.

Em outra perspectiva, o conhecimento científico possibilita a leitura crítica e aprofundada do contexto, oferecendo instrumentos conceituais e metodológicos que permitem





superar explicações imediatistas e ampliar a capacidade de intervenção sobre a realidade. Na AEC, podem ser relacionados aos conceitos eferentes, isto é, expressões de inovação e aplicação no campo investigado. Essa condição evidencia que a relação entre ciência e contexto, além de fundamentar a prática pedagógica, projeta sua dimensão transformadora - formar sujeitos capazes de compreender, agir e ressignificar o mundo em que vivem (Freire, 1967; 1985).

Enquanto a relação entre estudos (studies) e teoria (theory), Figura 5, configura um eixo estruturante da produção de conhecimento, ao evidenciar a interdependência entre investigação empírica e fundamentação conceitual. A teoria fornece o arcabouço necessário para a formulação de problemas, definição de métodos e interpretação dos dados, assegurando coerência e profundidade às pesquisas. Sem esse alicerce, os estudos tenderiam a fragmentar-se em práticas desarticuladas, com menor capacidade de dialogar de forma consistente com o campo científico.

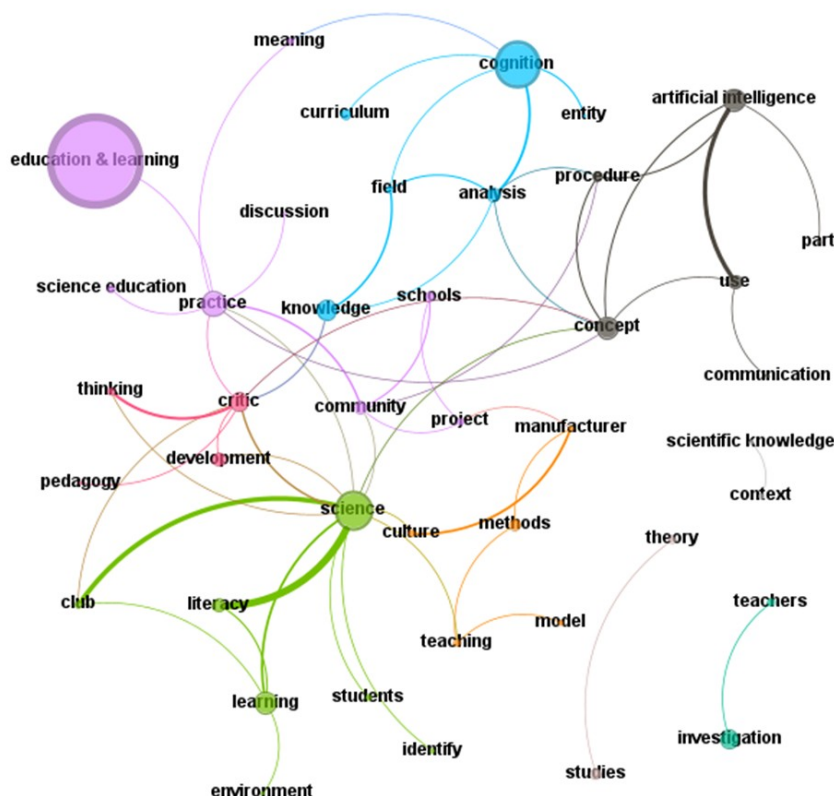
Em contrapartida, os estudos constituem o espaço em que a teoria é testada, validada e, muitas vezes, transformada, visando conferir vitalidade ao pensamento teórico, permitindo sua atualização diante de novos contextos e demandas. Na AEC, essa relação se expressa na transitividade dos ‘estudos’, que operam como processo dinâmico de conexão, e na natureza eferente da ‘teoria’, que se projeta como fronteira de inovação. Assim, a interação entre ambos configura um ciclo contínuo de recursividade, no qual a teoria orienta a investigação e os estudos, por sua vez, enriquecem e expandem as possibilidades teóricas, garantindo um conhecimento simultaneamente rigoroso e socialmente relevante.

A cartografia conceitual geral (Figura 6) revela um campo robusto, coerente e em expansão, em que os conceitos aferentes, transitivos e eferentes se articulam de forma dinâmica, compondo uma rede de significados interdependentes. Essa articulação confere solidez teórica ao campo e, ao mesmo tempo, abertura para novas investigações e práticas inovadoras, indicando que se trata de um espaço em constante reconfiguração e fortalecimento epistemológico.





Figura 6 - Rede geral



Nota: Elaboração própria.

A estrutura cognitiva delineada (Figura 6) indica que o núcleo do campo é a educação científica, concebida como prática cognitiva que integra a dimensão formativa, crítica e tecnológica. Nesse contexto, a Inteligência Artificial (Artificial Intelligence) ocupa uma função estruturante, conectando-se ao uso, à comunicação e a procedimentos pedagógicos, demonstrando que sua presença não é periférica, mas constitutiva. O entrelaçamento com cognição (cognition), ciência (science) e educação e aprendizagem (education & learning) aponta para a formação de sujeitos capazes de pensar criticamente, produzir significados e atuar de modo situado em seus contextos sociais e culturais. Tais práticas confirmam a



concepção de currículos em ação, conforme proposto por Sacristán (2000), que compreende o currículo como prática viva, mobilizada em interações concretas entre sujeitos, saberes e contextos.

A rede (Figura 6) também evidencia a importância dos conceitos transitivos, que dão movimento à proposta pedagógica. Termos como *project*, *club*, *schools* e *teachers* demonstram que a ação pedagógica se concretiza em espaços formais e não formais, mediada por práticas de investigação e projetos colaborativos. Nesse processo, os estudantes assumem protagonismo, engajando-se em atividades que vão além da memorização, desenvolvendo habilidades de análise crítica, construção de conhecimento e aplicação prática em situações reais. A presença de conceitos como *culture* e *environment* reforça a aprendizagem como fenômeno situado e socialmente mediado, confirmando a compreensão de currículo como experiência vivida, em constante negociação e reconstrução (Sacristán, 2000).

Por fim, a cartografia ratifica que a articulação entre os núcleos não representa instâncias isoladas, mas dimensões complementares de um mesmo movimento investigativo. Educação e aprendizagem oferece a base pedagógica; ciência orienta para o letramento científico; cognição garante a sustentação epistemológica; crítica define a orientação axiológica; método organiza as práticas; e a inteligência artificial conecta os elementos a partir de sua dimensão conceitual e aplicada. Essa configuração valida a integração entre as três pesquisas, apontando para a construção de uma pedagogia transformadora, relevante e alinhada às demandas contemporâneas e aos desafios do século XXI.

CONCLUSÃO

O fomento ao Letramento Científico na era digital demanda uma ação pedagógica integrada e propositiva, capaz de responder à fragmentação do conhecimento que ainda permeia grande parte dos modelos educacionais. Nesse sentido, a articulação entre a prática de projetos escolares, a dinâmica dos Clubes de Ciência e a apropriação crítica da Inteligência





Artificial configura-se como um ecossistema educacional robusto e complementar. Essa tríade fortalece um percurso formativo coeso: a educação formal, por meio de projetos integradores e da Cultura Maker, possibilita a aplicação de conceitos em problemas reais (Jesus; Pinheiro, 2025); os Clubes de Ciência constituem espaços não formais em que a curiosidade e a colaboração se materializam como Comunidades de Prática (G. Pinheiro; Silva, 2025); e a análise crítica da Inteligência Artificial no currículo na educação superior introduz uma superestrutura reflexiva, tratando a tecnologia não apenas como ferramenta, mas como objeto de estudo que convoca à reflexão ética e epistemológica (Cravo; Pinheiro, 2025). Juntas, essas dimensões promovem uma formação que fortaleça a ação no mundo, por meio da colaboração e reflexão, que se entrelaçam de modo contínuo, fundamentadas na compreensão de conceitos e concepções, associados ao contexto do cotidiano dos sujeitos de modo que ele possa intervir e modificar com base nos conhecimentos das Ciências.

Assumir uma perspectiva interventiva é o que confere potência teórica e prática para essas iniciativas. A metodologia de projetos representa uma intervenção direta na prática pedagógica, deslocando-a de modelos expositivos para uma abordagem centrada no “aprender fazendo” (Jesus; Pinheiro, 2025). Do mesmo modo, propor currículos que integrem criticamente a IA constitui uma ação transformadora, que se opõe a reducionismos instrumentais e enfatiza o potencial da tecnologia digital como mediadora do pensamento crítico (Cravo; Pinheiro, 2025). Essa postura alinha-se à pedagogia crítica freireana, segundo a qual a educação é uma “prática da liberdade”, orientada à transformação consciente da realidade (Freire, 1967). O resultado esperado é o desenvolvimento de sujeitos autônomos e reflexivos com intencionalidades nas interações mediadas pelo conhecimento em seu cotidiano: estudantes que, ao participar de projetos, exercitam o pensamento sistêmico; e professores que, ao problematizar o uso de prompts, incorporam a “Pedagogia da Pergunta” e fomentam a autonomia intelectual.

Nesse cenário, a Análise de Emergência de Conceitos (AEC) destacou-se como metodologia estratégica, pois permitiu avaliar se as intervenções efetivamente promovem as





transformações almejadas. Ao mapear as redes de significados construídas nas práticas dos sujeitos, a AEC ultrapassa o plano discursivo e alcança a estrutura cognitiva subjacente (Pinheiro, 2026). Trata-se de um instrumento que viabiliza a elaboração de uma verdadeira “cartografia para práticas pedagógicas” (G. Pinheiro; Silva, 2025), explicitando conexões, evidenciando lacunas conceituais e favorecendo a emergência de novos sentidos que orientam o desenvolvimento de currículos que emergem e são significados na própria dinâmica dos saberes em circulação em processos formativos (Macedo; Silva e Silva, 2024). Por se tratar de uma perspectiva da complexidade, a AEC permite que o esforço de transformação seja, simultaneamente, objeto de análise crítica e referência para o aprimoramento contínuo, sendo compreendido como processo sistêmico, multidimensional e progressivo, estruturando e consolidando uma prática educacional que é, ao mesmo tempo, ação, reflexão e reinvenção, fundamentais no seio das dinâmicas sociais e tensionamentos individuais e coletivos, que constituem o cenário educacional atual.

REFERÊNCIAS

BYBEE, R. W. Achieving scientific literacy. **The Science Teacher**, v. 62, n. 7, p. 28–33, 1995.

CRAVO, R. C.; PINHEIRO, M. T. de F. Desenvolvimento de currículos baseados nas apropriações das concepções de inteligência artificial e sua emergência nas comunidades epistêmicas. In: **Seminário Internacional de Análise Cognitiva**, 5., 2025, Salvador. Anais. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/v-sianco-seminario-internacional-de-analise-cognitiva/1263597-desenvolvimento-de-curriculos-baseados-nas-apropriacoes-das-concepcoes-de-inteligencia-artificial-e-sua-emergenc>.

CRAVO, R. C.; MINHO, M. R. da S.; PINHEIRO, M. T. de F.; NONATO, E. do R. S. **Apropriações das tecnologias digitais na prática docente após ensino remoto emergencial: uma análise de emergência de conceitos**. Revista Portuguesa de Educação, Braga, v. 37, n. 1, e24007, 2024. DOI: 10.21814/rpe.24007.

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

FREIRE, P.; FAUNDEZ, A. **Por uma pedagogia da pergunta**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

GARDNER, H. **Estruturas da mente**: a teoria das inteligências múltiplas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GRAÇA PINHEIRO, N. S.; SILVA, H. G. da. Letramento científico: o desenvolvimento do pensamento crítico e a difusão do conhecimento científico na concepção de professores de Clubes de Ciência na Bahia-Brasil. In: **Seminário Internacional de Análise Cognitiva**, 5., 2025, Salvador. Anais. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/v-sianco-seminario-internacional-de-analise-cognitiva/1273094-letramento-cientifico--o-desenvolvimento-do-pensamento-critico-e-a-difusao-do-conhecimento-cientifico-na-concepc>.

JESUS, R. S. de; PINHEIRO, M. T. de F. Metodologia de ensino de ciências baseada em projetos de letramento científico na comunidade escolar. In: **Seminário Internacional de Análise Cognitiva**, 5., 2025, Salvador. Anais. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/v-sianco-seminario-internacional-de-analise-cognitiva/1273230-metodologia-de-ensino-de-ciencias-baseada-em-projetos-de-letramento-cientifico-na-comunidade-escolar>.

MARANDINO, M. Faz sentido ainda propor a separação entre os termos educação formal, não formal e informal? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 4, p. 811–816, 2017.

MACEDO, R.; SILVA, H. G.; SILVA, R. **Docências curriculantes em atos formativos**: heurística e política municipalista insurgentes. *Revista Teias*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 79, 2024.

MARTINEZ, S. L.; STAGER, G. **Invent to learn**: making, tinkering, and engineering in the classroom. Torrance: Constructing Modern Knowledge Press, 2014.

MINAYO, M. C. de S.; ASSIS, S. G. de; SOUZA, E. R. de (Org.). **Avaliação por triangulação de métodos**: abordagem de programas sociais. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2005.

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição
(CC BY)





MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000.

PINHEIRO, M. T. de F. **Análise de emergência de conceitos (AEC):** uma metodologia de análise cognitiva. Curitiba: Appris, 2026.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Letramento científico e cidadania: elementos para pensar a educação científica no ensino fundamental. São Paulo: Escrituras, 2008.

SACRISTÁN, J. G. **O currículo:** uma reflexão sobre a prática. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente:** o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

WENGER, E. Communities of practice: learning, meaning, and identity. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

Recebido em: 24/04/2026

Aprovado em: 23/05/2026

Publicado em: 18/06/2026

