

Proposição de um ciclo autopoietico para a educação inclusiva de surdos com o uso de inteligência artificial generativa

Proposition of an autopoietic cycle for inclusive deaf education using generative artificial intelligence

Propuesta de un ciclo autopoietico para la educación inclusiva de sordos con el uso de inteligencia artificial generativa

DOI: 10.54901/educa.v9-441

Ilma Rodrigues de Souza Fausto¹
Ruth Maria Mariani Braz²
Janaína Gomes Dias de Oliveira³
Luiz Antônio Botelho Andrade⁴
Fabiana Rodrigues Leta⁵

RESUMO: A crescente incorporação de tecnologias digitais, especialmente de sistemas de Inteligência Artificial generativa, nos contextos educacionais tem exigido uma revisão dos fundamentos epistemológicos que orientam o desenvolvimento de ferramentas voltadas à inclusão, particularmente na educação de surdos. Este artigo tem por objetivo propor e discutir um ciclo autopoietico para a educação inclusiva de surdos mediada por Inteligência Artificial generativa, tomando a autopoiese como conceito operacional da organização dos sistemas vivos e a Biologia do Conhecer como teoria explicativa da cognição, da linguagem e da construção humana do conhecimento. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, exploratória e bibliográfica narrativa, fundamentada em análise teórica de obras clássicas e contemporâneas dos campos da cognição, educação inclusiva, educação bilíngue de surdos, tecnologias assistivas e Inteligência Artificial aplicada à educação. Os resultados indicam que tecnologias educacionais inclusivas não devem ser concebidas como instrumentos de transmissão de informação, mas como ambientes interativos capazes de favorecer acoplamentos estruturais, convivência linguística, participação e construção compartilhada de significados. Propõe-se, como contribuição teórica, o Ciclo Autopoietico de Construção Inclusiva do Conhecimento, articulando convivência, linguagem, interação tecnológica, construção de significados, participação, inclusão e novas interações. Conclui-se que uma Inteligência Artificial generativa verdadeiramente inclusiva para surdos deve reconhecer a Libras, a visualidade, a acessibilidade comunicacional e a experiência histórico-cultural da comunidade surda como fundamentos do design pedagógico e tecnológico.

Palavras-chave: Autopoiese; Biologia do Conhecer; Inteligência Artificial Generativa; Educação de Surdos; Tecnologias Assistivas.

¹ Doutora em Ciências, Tecnologia e Inclusão, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: ilma.rodrigues@ifro.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3850-5066>

² Doutora em Ciências e Biotecnologia, na área de ensino, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: ruthmariani@yahoo.com.br, Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2224-9643>

³ Doutora em Gerontologia Biomédica, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: janaisagdo@gmail.com, Orcid_ <https://orcid.org/0000-0003-4795-9262>

⁴ Doutor em Immunobiologie, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: labandrade@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3925-2953>

⁵ Doutora em Engenharia Mecânica, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: fabianaleta@id.uff.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6210-3078>

1 INTRODUÇÃO

A inclusão educacional consolidou-se, no século XXI, como um imperativo ético, político e pedagógico. Esse movimento ultrapassa a simples presença física dos estudantes nos espaços escolares e demanda a reorganização das práticas pedagógicas, dos currículos, dos materiais didáticos, das tecnologias e das formas de interação que constituem a experiência educativa. No caso dos estudantes surdos, essa exigência assume contornos específicos, pois a efetivação da inclusão depende do reconhecimento da Libras como língua de mediação, interação e construção do domínio consensual que sustenta a cognição, a comunicação, a identidade e a participação social da comunidade surda (Brasil, 2002; Brasil, 2005; Portella *et al.*, 2021).

Ao mesmo tempo, a expansão das tecnologias digitais e da Inteligência Artificial aplicada à educação tem produzido novas possibilidades de mediação pedagógica. Sistemas tutores inteligentes, ambientes adaptativos, chatbots educacionais, tradutores automáticos, avatares sinalizadores, sistemas de legendagem e ferramentas de Inteligência Artificial generativa são frequentemente apresentados como soluções capazes de ampliar o acesso à informação e personalizar processos de aprendizagem. Entretanto, quando tais tecnologias são concebidas a partir de modelos informacionais e transmissivos, reproduzem e reforçam barreiras históricas, especialmente quando a diferença linguística e cultural dos estudantes surdos é tratada como deficiência a ser compensada, e não como forma legítima de existir, comunicar e aprender no mundo (Lacerda, 2006; Noble, 2018; Lemos, 2024).

Esse problema torna-se ainda mais relevante diante da emergência da Inteligência Artificial generativa, capaz de produzir textos, imagens, vídeos, sínteses, traduções e interações conversacionais em larga escala. Embora tais sistemas possam ampliar formas de acesso ao conhecimento, também podem intensificar desigualdades quando são treinados em bases de dados que invisibilizam línguas de sinais, variações, epistemologias visuais e modos não hegemônicos de aprendizagem. A questão não é apenas técnica, mas epistemológica, pois envolve perguntar que concepção de conhecimento, sujeito, linguagem e aprendizagem orienta o desenvolvimento dessas tecnologias (Holmes; Bialik; Fadel, 2019; Luckin, 2018).

Nesse contexto, torna-se necessário distinguir autopoiese e Biologia do Conhecer. A autopoiese é o conceito operacional que define a organização dos sistemas vivos como sistemas que produzem continuamente os componentes de sua própria organização. A Biologia do Conhecer, por sua vez, é uma teoria mais ampla que utiliza esse conceito, articulando-o a noções como clausura operacional, acoplamento estrutural, linguagem e convivência para construir

uma explicação sobre cognição, aprendizagem, conhecimento e produção de realidades histórico (Maturana; Varela, 1980; Maturana; Varela, 2001).

A problematização central deste artigo parte da seguinte questão: como a autopoiese, enquanto conceito operacional, e a Biologia do Conhecer, enquanto teoria explicativa da cognição e da linguagem, podem orientar a proposição de um ciclo para o desenvolvimento de tecnologias educacionais inclusivas baseadas em Inteligência Artificial generativa na educação de surdos? Parte-se da hipótese de que tecnologias inclusivas para surdos não devem ser estruturadas como meios de transmissão de conteúdos, mas como ambientes responsivos, interativos e linguisticamente acessíveis, capazes de favorecer convivência em Libras, participação ativa, acessibilidade comunicacional e construção compartilhada de significados.

O objetivo geral deste artigo é propor e discutir um Ciclo Autopoiético de Construção Inclusiva do Conhecimento para orientar o uso de Inteligência Artificial generativa na educação inclusiva de surdos. Como objetivos específicos, busca-se discutir os conceitos de autopoiese, clausura operacional, acoplamento estrutural, linguagem e convivência; relacionar esses conceitos à educação bilíngue de surdos e às tecnologias assistivas; analisar criticamente potencialidades e limitações da IA generativa na educação inclusiva; e sistematizar princípios para o design de tecnologias centradas na participação, na Libras e na construção compartilhada do conhecimento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Autopoiese, Biologia do Conhecer, linguagem e educação inclusiva de surdos

A noção de autopoiese foi formulada por Maturana e Varela para explicar a organização própria dos seres vivos. Um sistema autopoiético é aquele que produz continuamente os componentes que constituem sua própria organização, conservando sua identidade por meio de uma dinâmica recursiva e autorreferente. Essa perspectiva desloca a compreensão da vida de uma concepção meramente mecanicista para uma abordagem organizacional, segundo a qual o ser vivo não é definido apenas por seus componentes materiais, mas pelo modo como esses componentes se relacionam em uma rede de produção de si (Maturana; Varela, 1980).

A autopoiese pode ser compreendida, em sentido estrito, como o conceito operacional que define a organização dos seres vivos como sistemas capazes de produzir continuamente os componentes que constituem sua própria rede de organização. Em Maturana e Varela, esse conceito não se refere a uma metáfora geral de autonomia, mas a uma dinâmica específica de

autoprodução do vivo, marcada por clausura operacional e por abertura estrutural ao meio. Assim, um sistema autopoietico conserva sua organização ao mesmo tempo em que se transforma estruturalmente nas interações recorrentes com o ambiente (Maturana; Varela, 1980; Andrade; Silva, 2003).

Andrade e Silva (2003) observam que a Biologia do Conhecer se inicia com a definição da organização do vivo, da qual emerge o conceito de autopoiese, e se desdobra em uma reflexão mais ampla sobre conhecer, observar, explicar, linguagem e produção de mundos na convivência. Essa distinção é fundamental para o presente artigo porque impede que a autopoiese seja tratada apenas como sinônimo de autonomia ou auto-organização e permite compreendê-la como fundamento para pensar o sujeito aprendente como sistema vivo, histórico e relacional.

Andrade e Silva (2005) aprofundam essa discussão ao distinguir o conhecer, entendido como processo biológico próprio dos seres vivos em acoplamento estrutural com o meio, do conhecimento, compreendido como produção humana de enredos explicativos mediados pela linguagem e pela referência histórica ao próprio processo de conhecer. Essa diferenciação é particularmente importante para a educação de surdos, pois permite compreender que tecnologias educacionais e sistemas de Inteligência Artificial generativa não produzem conhecimento por simples transmissão de dados; eles podem, quando bem concebidos, participar da criação de condições de convivência, linguagem e perturbações pertinentes para que sujeitos surdos construam sentidos em interação.

Desse modo, o uso do termo autopoiese neste artigo não pretende atribuir aos sistemas artificiais a condição de sistemas vivos. Sistemas de Inteligência Artificial generativa não são autopoieticos em sentido estrito, pois não produzem a si mesmos como organismos vivos. O que se propõe é utilizar a autopoiese como referência epistemológica para orientar o design de tecnologias que respeitem a autonomia estrutural dos aprendizes humanos e favoreçam acoplamentos estruturais linguisticamente acessíveis, especialmente em contextos nos quais a Libras e a experiência visual-espacial constituem domínios essenciais de aprendizagem.

Um dos conceitos centrais dessa teoria é a clausura operacional. Ao afirmar que os seres vivos operam como sistemas fechados em relação à sua organização, Maturana e Varela não defendem isolamento em relação ao meio, mas autonomia operacional. O ambiente não determina diretamente as mudanças do organismo; ele desencadeia perturbações que serão respondidas conforme a estrutura do próprio sistema. Essa compreensão altera profundamente a forma de pensar o ensino, pois indica que não se pode instruir diretamente um sujeito como se o conhecimento pudesse ser transferido de fora para dentro; pode-se, ao contrário, criar

condições de interação capazes de desencadear transformações estruturais no sujeito que aprende (Maturana; Varela, 2001).

O conceito de acoplamento estrutural refere-se à história de interações recorrentes entre um sistema vivo e seu meio. Por meio dessas interações, organismo e ambiente passam por transformações congruentes, constituindo uma história compartilhada. Aprender não é acumular dados, mas transformar-se em uma rede de convivências, práticas, linguagens e experiências. Para a educação de surdos, isso significa reconhecer que o estudante se constitui cognitivamente em acoplamentos específicos, mediados de modo privilegiado pela visualidade e pela Libras quando essa é sua língua de referência (Portella *et al*, 2024).

A Biologia do Conhecer apresenta ainda uma crítica ao representacionismo. O conhecimento não é uma cópia interna de uma realidade externa, mas uma ação efetiva de um organismo em seu domínio de existência. Assim, a aprendizagem não pode ser reduzida ao desempenho em tarefas padronizadas ou à retenção de conteúdo. Ela deve ser compreendida como transformação do sujeito em sua relação com o mundo e com os outros, o que aproxima essa perspectiva de concepções pedagógicas críticas, dialógicas e inclusivas (Maturana, 1998; Freire, 1987; Freire, 1996).

Na Biologia do Conhecer, a linguagem não é entendida como mero instrumento de transmissão de informações. Ela constitui um domínio de coordenações consensuais de ações, produzido nas interações recorrentes entre sujeitos. Linguagem e convivência são, portanto, indissociáveis, pois é no viver com o outro que se constroem sentidos compartilhados e mundos comuns. Essa compreensão é essencial para pensar a educação de surdos, uma vez que a Libras não deve ser tratada como recurso auxiliar, mas como língua plena por meio da qual estudantes surdos constroem conhecimento, identidade e participação social (Maturana, 1999; Mariani Braz, 2014; Goudinho *et al*, 2021; Portella *et al*, 2026).

Essa perspectiva dialoga com Vygotsky, para quem a linguagem exerce papel constitutivo no desenvolvimento das funções psicológicas superiores. Embora as bases teóricas sejam distintas, há convergência entre a Biologia do Conhecer e a abordagem histórico no reconhecimento de que o pensamento se desenvolve nas interações sociais e nos processos de mediação simbólica. A aprendizagem, nesse sentido, não é fenômeno isolado, mas acontece em relações mediadas por signos, práticas, instrumentos, sujeitos e, na contemporaneidade, por tecnologias digitais e sistemas algorítmicos (Vygotsky, 2001; Varela; Thompson; Rosch, 1991).

Também se observa aproximação com Dewey, ao conceber a educação como reconstrução da experiência. Para o autor, o conhecimento emerge da ação reflexiva do sujeito em situações problemáticas, nas quais a experiência é reorganizada e ganha novos sentidos.

Essa compreensão supera a educação centrada na simples exposição de conteúdos e valoriza a atividade do aprendiz em contextos significativos. No mesmo sentido, Paulo Freire critica a educação bancária, concebida como deposição de conteúdos, e propõe uma educação dialógica, problematizadora e comprometida com a emancipação dos sujeitos (Dewey, 1976; Freire, 1987).

A convergência entre Maturana, Varela, Vygotsky, Dewey e Freire permite sustentar que a construção do conhecimento ocorre em processos de interação, linguagem, experiência e diálogo. No caso dos estudantes surdos, a construção compartilhada do conhecimento depende da existência de ambientes educacionais que reconheçam a Libras e a visualidade como fundamentos do processo pedagógico, inclusive quando esse processo é mediado por tecnologias digitais e sistemas de Inteligência Artificial (Scardamalia; Bereiter, 2006; Medeiros Portella *et.al*, 2026).

A educação inclusiva pressupõe a reorganização dos sistemas educacionais para acolher a diferença sem reduzi-la à lógica da adaptação individual. Mantoan defende que a inclusão implica romper com práticas escolares classificatórias e segregadoras, substituindo-as por uma escola capaz de reconhecer a diversidade como constitutiva do processo educativo. Incluir, nessa perspectiva, não significa apenas permitir acesso, mas garantir participação, pertencimento e aprendizagem significativa (Mantoan, 2015).

Na educação de surdos, a inclusão exige o reconhecimento da surdez como diferença linguística, e relacional, sem negar suas dimensões biológicas e sensoriais. A Libras, reconhecida no Brasil pela Lei nº 10.436/2002 e regulamentada pelo Decreto nº 5.626/2005, constitui língua natural da comunidade surda brasileira e deve ocupar posição central nos processos de escolarização. A proposta bilíngue, que considera a Libras como primeira língua e o Português escrito como segunda língua, representa um marco epistemológico e pedagógico, pois desloca o foco da correção da deficiência para a valorização da diferença (Brasil, 2002; Brasil, 2005; Goudinho, *et al.*, 2021)

As tecnologias assistivas assumem papel importante nesse cenário. Recursos como legendagem, janelas de Libras, dicionários digitais, vídeos sinalizados, tradutores automáticos, avatares, plataformas acessíveis e materiais multimodais podem ampliar a participação dos estudantes surdos. Contudo, tais tecnologias precisam ser avaliadas criticamente. Quando concebidas apenas como instrumentos de tradução ou compensação, podem manter a centralidade da língua oral-escrita e reduzir a Libras a uma função secundária. Para serem inclusivas, devem favorecer interações em Libras, autonomia comunicacional, produção de conhecimento e participação (Bersch, 2017; Leta, Fausto e Braz, 2024a; Mendes *et al*, 2025).

A partir da Biologia do Conhecer, as tecnologias assistivas destinadas à educação de surdos podem ser compreendidas como mediadoras de acoplamento estrutural. Elas não ensinam por si mesmas nem transferem conhecimento, mas podem criar condições para que interações significativas ocorram. Portanto, seu valor educacional depende menos da sofisticação técnica isolada e mais de sua capacidade de integrar linguagem, convivência, acessibilidade e construção compartilhada de sentidos (Maturana; Varela, 2001; Silva *et al.*, 2026).

A compreensão da surdez como fenômeno que articula corpo, linguagem e participação também encontra respaldo em estudos que discutem aspectos biológicos, educacionais e sociais do sujeito surdo. Portella *et al.*, destacam que a ausência de audição não inviabiliza o desenvolvimento cognitivo, uma vez que esse desenvolvimento pode constituir-se por meio das interações sociais, da acessibilidade comunicacional e do desenvolvimento da língua de sinais. Essa perspectiva reforça a necessidade de ambientes educacionais que não reduzam a surdez a uma limitação sensorial, mas reconheçam a Libras e a visualidade como dimensões centrais de aprendizagem (Portella *et al.*, 2021).

Esse entendimento é relevante porque desloca a análise da surdez de uma concepção centrada exclusivamente na perda auditiva para uma perspectiva que articula corpo, linguagem, participação social. Ao relacionar desenvolvimento cognitivo, interações sociais e acesso à língua de sinais, Portella *et al.*, (2021) reforçam uma tese compatível com a Biologia do Conhecer, na qual a cognição é compreendida como relação do organismo no mundo, em acoplamentos estruturais que se constituem historicamente. Assim, quando a escola ou a tecnologia restringe a experiência do estudante surdo a recursos pensados sob a lógica oral-auditiva, perturba de modo inadequado esse processo, limitando possibilidades de coordenação de ações e de construção compartilhada de sentidos.

Nessa direção, a inclusão escolar de estudantes surdos deve ser reorientada e reorganizada em outra base epistemológica. Não se trata somente de acrescentar intérpretes, legendas ou janelas de Libras a materiais previamente concebidos para ouvintes, mas de estruturar situações didáticas em que a Libras circule como língua de elaboração conceitual, debate, autoria e avaliação. A tecnologia assistiva, nesse contexto, deixa de ser acessório compensatório e passa a ser elemento constitutivo de um ambiente de convivência que reconhece a legitimidade do sujeito surdo em sua diferença linguística (Lacerda, 2006; Silva *et al.*, 2026).

2.2 Inteligência Artificial Generativa e Inclusão Educacional

A Inteligência Artificial aplicada à educação tem sido associada à personalização da aprendizagem, à análise de dados educacionais, aos sistemas tutores inteligentes, aos agentes conversacionais, aos ambientes adaptativos e, mais recentemente, às ferramentas generativas capazes de produzir textos, rotas de estudo, sínteses, imagens, códigos e interações dialógicas. Essas ferramentas podem apoiar professores, ampliar acessibilidade e oferecer diferentes formas de interação com conteúdos escolares. Entretanto, grande parte desses sistemas ainda opera com pressupostos que aproximam aprendizagem de processamento de informação, mensuração de desempenho e adaptação algorítmica a objetivos previamente determinados (Holmes; Bialik; Fadel, 2019; Lemos, 2024).

Essa lógica apresenta limites importantes diante da educação inclusiva. Ao modelar o estudante por variáveis quantificáveis, os sistemas podem invisibilizar trajetórias, contextos, línguas e formas diversas de aprender. No caso dos estudantes surdos, o problema torna-se ainda mais sensível, pois muitos modelos computacionais são treinados predominantemente em dados textuais ou orais, sem considerar a gramática visual-espacial das línguas de sinais. Isso pode gerar tecnologias aparentemente acessíveis, mas epistemologicamente inadequadas (Bragg *et al.*, 2019; Luckin, 2018).

No campo da acessibilidade para surdos, a Inteligência Artificial tem sido utilizada em sistemas de tradução automática para Libras, reconhecimento de sinais, síntese por avatares, legendagem automática e interfaces multimodais. Tais recursos possuem potencial, mas apresentam desafios técnicos e linguísticos, como a representação de expressões faciais, marcações não manuais, uso do espaço, variações regionais e aspectos pragmáticos da Libras. Além disso, é necessário evitar que a tecnologia reforce hierarquias linguísticas ao tomar o Português como matriz e a Libras como simples resultado de conversão (Mariani Braz, 2014; Bragg *et al.*, 2019).

A IA generativa amplia esse debate porque produz respostas aparentemente autônomas e naturais, mas dependentes de dados, instruções, modelos estatísticos e critérios de avaliação. Quando aplicada à educação de surdos, ela pode auxiliar na elaboração de materiais bilíngues, roteiros visuais, glossários, atividades adaptadas, feedbacks e recursos de apoio docente. Contudo, se não for orientada por princípios de acessibilidade linguística e participação da comunidade surda, pode reproduzir erros de tradução, simplificações indevidas, apagamento cultural e dependência excessiva do Português escrito (Noble, 2018; Lemos, 2024).

Dessa forma, uma Inteligência Artificial inclusiva para a educação de surdos deve ser orientada por princípios de participação, co-design, acessibilidade comunicacional, transparência e reconhecimento da diferença. Sob a perspectiva da Biologia do Conhecer, o sistema não deve pretender determinar externamente o aprendizado, mas oferecer perturbações pertinentes, responsivas e linguisticamente acessíveis, capazes de favorecer processos autônomos de construção de conhecimento. A tecnologia, nesse sentido, é meio de mediação e não fonte soberana de aprendizagem.

Essa orientação torna-se ainda mais necessária quando se considera que sistemas de IA são construídos a partir de bases de dados, critérios de modelagem e decisões de design que não são neutros. Se os dados utilizados para treinar ou validar sistemas educacionais representam majoritariamente experiências linguísticas de sujeitos ouvintes, o resultado tende a ser uma tecnologia que interpreta a diferença surda como desvio estatístico ou como falta a ser corrigida. Por isso, a inclusão de pessoas surdas no desenvolvimento de sistemas inteligentes requer corpora em Libras, validação por usuários surdos, participação de pesquisadores da área de Estudos Surdos e mecanismos transparentes de avaliação (Noble, 2018; Bragg *et al.*, 2019).

Experiências de tecnologia educacional em contextos culturalmente diversos também contribuem para esse debate. Fausto, Leta e Braz (2024a), ao discutirem metodologia pedagógica aprimorada por tecnologia para formação de professores indígenas em computação e robótica, demonstram que tecnologias educacionais podem ser mais efetivas quando concebidas a partir das especificidades culturais, territoriais e linguísticas dos participantes. Ainda que o foco do estudo seja a formação de professores indígenas, sua contribuição para este artigo é metodológica e epistemológica: o desenho tecnológico precisa considerar contexto de vida, formas de linguagem, modos de participação e relações comunitárias.

De modo semelhante, o estudo Comunica Tupi, de Fausto, Leta e Braz (2024b), aborda o desenvolvimento de proposta de tradução voltada à valorização de língua indígena, inclusão digital e uso de machine learning. Essa produção é relevante para o presente estudo porque evidencia que a tradução automática, quando vinculada à preservação linguística e à inclusão educacional, não pode ser reduzida a operação técnica de equivalência lexical. Ela envolve memória, pertencimento, participação comunitária, segurança dos dados e reconhecimento de línguas historicamente subalternizadas. Ao aproximar essa experiência do campo da Libras, compreende-se que tradutores automáticos e avatares sinalizadores devem ser avaliados também por sua capacidade de preservar densidade cultural e linguística.

Assim, a IA aplicada à educação de surdos deve ser pensada como tecnologia linguística, pedagógica e cultural. O sistema precisa operar em perspectiva bilíngue, reconhecer

que a Libras possui gramática própria, considerar a dimensão corporal e espacial da sinalização e permitir que estudantes produzam conhecimento na língua que estrutura sua experiência cognitiva. A IA inclusiva, nesse horizonte, não substitui professores, intérpretes ou comunidades de aprendizagem; ela amplia possibilidades de interação, favorece acessibilidade comunicacional e cria condições para que a construção do conhecimento ocorra em redes de convivência (Medeiros Portella; *et.al*, 2026; Silva *et al.*, 2026).

3 METODOLOGIA

A presente investigação caracteriza-se como pesquisa qualitativa, exploratória e descritiva, fundamentada em revisão bibliográfica narrativa e análise documental. A escolha dessa abordagem justifica-se pela necessidade de compreender, em profundidade, os pressupostos epistemológicos da Biologia do Conhecer e as possíveis contribuições da autopoiese, enquanto conceito operacional, para o desenvolvimento de tecnologias educacionais inclusivas destinadas à educação de surdos. A investigação não pretende testar empiricamente uma ferramenta específica de IA, mas construir e discutir um modelo conceitual orientador para pesquisas e práticas futuras (Gil, 2008).

A pesquisa bibliográfica foi constituída por obras clássicas e contemporâneas relacionadas aos campos da cognição, educação inclusiva, educação de surdos, tecnologias assistivas e Inteligência Artificial aplicada à educação. Foram mobilizadas, principalmente, as contribuições de Humberto Maturana e Francisco Varela acerca da autopoiese, clausura operacional, acoplamento estrutural e linguagem; as perspectivas pedagógicas de Paulo Freire, Lev Vygotsky e John Dewey; os estudos de Maria Teresa Eglér Mantoan sobre inclusão; e autores da educação bilíngue de surdos e das tecnologias assistivas.

O corpus da análise foi organizado em quatro eixos temáticos: autopoiese e Biologia do Conhecer; linguagem, cognição e construção compartilhada do conhecimento; inclusão, educação de surdos e tecnologias assistivas; e Inteligência Artificial generativa aplicada à educação inclusiva. Essa organização permitiu identificar convergências, tensões e lacunas entre os referenciais analisados, especialmente no que se refere à compreensão da aprendizagem como processo relacional e à crítica dos modelos tecnológicos baseados na transmissão de informação.

Além das obras de fundamentação teórica geral, foram incorporadas produções acadêmicas que dialogam diretamente com a temática deste estudo, sem atribuir a elas caráter autobiográfico. Entre essas produções destacam-se estudos sobre pensamento computacional

inclusivo, bases biológicas da surdez, metodologia pedagógica aprimorada por tecnologia, sistemas de tradução para línguas indígenas e tecnologias de apoio à formação em Libras. A incorporação dessas obras teve finalidade analítica, pois elas aproximam o debate teórico de experiências concretas de inclusão, acessibilidade, linguagens, tecnologias educacionais e formação docente (Ribeiro *et al.*, 2021; Portella *et al.*, 2021; Fausto; Leta; Braz, 2024a; Fausto; Leta; Braz, 2024b).

Também se considerou a contribuição de Fausto (2021), cuja pesquisa sobre infobetização de profissionais da educação para o uso de tecnologias assistivas evidencia que a incorporação de recursos digitais em contextos inclusivos depende de formação docente, planejamento pedagógico, compreensão das barreiras de participação e uso crítico das tecnologias, dimensões diretamente relacionadas ao problema investigado neste artigo.

Para preservar o rigor da análise bibliográfica, as obras foram examinadas em três movimentos complementares. No primeiro, identificaram-se conceitos estruturantes de cada campo teórico, tais como autopoiese, acoplamento estrutural, linguagem, inclusão, tecnologia assistiva, educação bilíngue e Inteligência Artificial educacional. No segundo, foram analisadas aproximações entre esses conceitos, buscando compreender de que modo a aprendizagem de estudantes surdos pode ser interpretada como processo relacional, linguístico e situado. No terceiro, foram formuladas implicações para o design de tecnologias inclusivas, tomando como critério a capacidade dessas tecnologias de favorecer participação, autoria e construção compartilhada do conhecimento.

A opção por uma análise teórica não diminui a exigência de rigor metodológico. Ao contrário, demanda coerência conceitual, delimitação clara do corpus, explicitação do percurso interpretativo e consistência das referências utilizadas. Neste artigo, as inferências produzidas fundamentam-se na triangulação entre referenciais epistemológicos, estudos sobre educação de surdos e publicações sobre tecnologias inclusivas. Assim, os resultados apresentados não são generalizações empíricas sobre o uso de uma ferramenta específica, mas proposições conceituais destinadas a orientar investigações aplicadas, desenvolvimento de protótipos e avaliações futuras com participação efetiva da comunidade surda.

A partir desse percurso, elaborou-se o modelo conceitual denominado Ciclo Autopoiético de Construção Inclusiva do Conhecimento. O modelo foi utilizado como síntese analítica dos resultados bibliográficos e como proposição teórica para orientar futuras investigações empíricas, processos de co-design e desenvolvimento de sistemas de Inteligência Artificial generativa destinados à educação de surdos. O modelo não pretende substituir metodologias pedagógicas existentes, mas oferecer uma base epistemológica para que

tecnologias inclusivas sejam planejadas em coerência com a linguagem, a convivência, a visualidade e a autonomia dos aprendizes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise bibliográfica realizada permite afirmar que a Biologia do Conhecer, articulada ao conceito de autopoiese, oferece fundamentos epistemológicos relevantes para repensar o desenvolvimento de tecnologias inclusivas destinadas à educação de surdos. O primeiro resultado teórico identificado consiste na necessidade de superar a concepção de tecnologia educacional como instrumento de transmissão de informações. Sob a ótica maturaniana e freiriana, sistemas educativos e tecnológicos não produzem aprendizagem por inserirem conteúdos no sujeito, mas por criarem condições de interação capazes de desencadear transformações estruturais no aprendiz (Maturana; Varela, 2001; Freire, 1987).

Essa constatação tem implicações diretas para a Inteligência Artificial generativa aplicada à educação. Sistemas que apenas produzem textos, adaptam conteúdos, indicam exercícios ou monitoram desempenhos podem contribuir em determinadas situações, mas não garantem inclusão. Para estudantes surdos, uma tecnologia educacional inclusiva precisa reconhecer que o processo de aprender está vinculado à língua, à cultura, ao corpo, à visualidade e à história de interações do sujeito. A aprendizagem ocorre em acoplamentos estruturais nos quais a Libras, a visualidade e a convivência com outros sujeitos surdos e ouvintes desempenham papel central (Portella *et al.*, 2021; Medeiros Portella, *et.al*, 2026).

O segundo resultado refere-se ao papel da linguagem. A Biologia do Conhecer compreende a linguagem como coordenação consensual de ações, e não como canal neutro de transmissão de mensagens. Essa concepção permite compreender a Libras não como ferramenta auxiliar, mas como domínio legítimo de produção de sentidos. Portanto, sistemas de IA destinados à educação de surdos não devem limitar-se a traduzir conteúdos do Português para Libras; devem possibilitar interações em Libras, produção de respostas sinalizadas, circulação de narrativas visuais e construção coletiva de conhecimento em ambiente bilíngue (Mariani Braz, 2014; Goudinho et al, 2022, Silva, *et al*, 2026).

O terceiro resultado evidencia que a inclusão tecnológica exige participação das comunidades surdas no desenvolvimento das soluções. Do ponto de vista da Biologia do Conhecer, nenhuma tecnologia pode ser considerada efetivamente inclusiva se for produzida sem acoplamento com os sujeitos e comunidades a que se destina. A participação de estudantes surdos, professores bilíngues, intérpretes, pesquisadores surdos e especialistas em

acessibilidade deve ocorrer desde a definição do problema até a avaliação das ferramentas, em processos de co-design que reconheçam saberes linguísticos, culturais e pedagógicos da comunidade surda (Lacerda, 2006; Silva *et al.*, 2026).

O quarto resultado refere-se à necessidade de revisão dos critérios de qualidade e avaliação das tecnologias assistivas baseadas em IA. A acurácia técnica de um tradutor automático, de um avatar sinalizador ou de um gerador textual, embora importante, não é critério suficiente. É necessário avaliar se a tecnologia respeita a gramática visual-espacial da Libras, se favorece interação dialógica, se promove autonomia, se evita normalização ouvintista e se contribui para participação efetiva do estudante surdo em práticas de aprendizagem significativas (Bragg *et al.*, 2019; Noble, 2018).

O quinto resultado evidencia que experiências de tecnologia educacional inclusiva desenvolvidas em outros contextos podem oferecer princípios relevantes para a educação de surdos. O estudo de Fausto, Leta e Braz (2024a) mostra que a aprendizagem mediada por tecnologia se torna mais significativa quando considera modos de participação dos sujeitos e quando articula formação, colaboração e contextualização cultural. Esse resultado reforça a ideia de que a IA educacional para surdos deve ser planejada a partir das práticas sociais e linguísticas da comunidade surda, e não apenas a partir de parâmetros técnicos definidos externamente.

O sexto resultado refere-se ao papel das tecnologias de tradução e preservação linguística. Ao apresentar o Comunica Tupi, Fausto, Leta e Braz (2024b) demonstram que o desenvolvimento de sistemas de tradução pode contribuir para inclusão digital e valorização de línguas minoritárias quando considera necessidades dos usuários, segurança dos dados e acesso a materiais educacionais. Essa contribuição permite estabelecer um paralelo com a Libras: sistemas de tradução automática para surdos precisam ser pensados como tecnologias de mediação cultural e não apenas como mecanismos de conversão automática entre códigos linguísticos.

O sétimo resultado, derivado das discussões sobre pensamento computacional inclusivo, indica que a tecnologia, para ser educacionalmente relevante, deve ser incorporada a práticas pedagógicas que reconheçam diferentes modos de resolver problemas, comunicar ideias e produzir conhecimentos. Ribeiro *et al.* (2021) defendem a ressignificação do pensamento computacional na perspectiva inclusiva, o que converge com a proposta deste artigo ao sustentar que a IA deve favorecer processos de autoria, colaboração e participação. No caso dos estudantes surdos, essa ressignificação implica desenvolver ambientes em que algoritmos,

interfaces e conteúdos sejam acessíveis em Libras e sensíveis à visualidade como modo de organização cognitiva.

Com base nesses resultados, propõe-se o Ciclo Autopoiético de Construção Inclusiva do Conhecimento. O ciclo sintetiza a compreensão de que tecnologias educacionais inclusivas devem operar como ambientes de convivência, linguagem e interação, nos quais o conhecimento emerge de processos recorrentes de participação e construção de significados. Trata-se de um modelo conceitual que articula dimensões biológicas, linguísticas, pedagógicas e tecnológicas, sem reduzir a aprendizagem a transmissão de informações ou a adaptação algorítmica de conteúdos.

Ao propor que o conhecimento é caminho processual, construtivo e criativo, mediado por fazeres, dizeres e saberes, Andrade (2018) oferece base teórica para compreender o ciclo proposto neste artigo não como sequência mecânica de etapas, mas como percurso recursivo de construção de sentidos em interação. Nesse sentido, o Ciclo Autopoiético de Construção Inclusiva do Conhecimento deve ser lido como caminho aberto, histórico e provisório de convivência, linguagem, interação tecnológica, participação e novas interações, e não como modelo fechado ou linear de instrução.

Quadro 1. Ciclo Autopoiético de Construção Inclusiva do Conhecimento

Etapas	Descrição conceitual	Implicação para tecnologias inclusivas
Convivência	Espaço relacional no qual sujeitos interagem e se reconhecem como legítimos participantes do processo educativo.	Ambientes digitais devem favorecer interação entre surdos, ouvintes, docentes, intérpretes, familiares e comunidade.
Linguagem	Domínio de coordenações consensuais de ações e de sentidos compartilhados.	A Libras deve ser língua de mediação, interface, autoria, avaliação e produção de conhecimento.
Interação tecnológica	Mediação que oferece perturbações pertinentes à trajetória do aprendiz e ao contexto educativo.	Sistemas de IA generativa devem ser responsivos, multimodais, auditáveis e culturalmente acessíveis.
Construção de significados	Produção de sentidos nas interações com outros sujeitos, tecnologias, línguas e ambientes.	As ferramentas devem permitir autoria em Libras, colaboração, narrativas visuais e expressão visual-espacial.
Participação	Inserção ativa do estudante em práticas escolares, sociais e culturais de produção de conhecimento.	A acessibilidade deve garantir protagonismo, tomada de decisão, diálogo e não apenas acesso ao conteúdo.
Inclusão	Reorganização dos ambientes para acolher diferenças linguísticas, culturais, cognitivas e sensoriais.	Tecnologias devem reduzir barreiras, legitimar a cultura surda e evitar normalização ouvintista.
Novas interações	Retorno do ciclo, em que experiências geram novas	O sistema deve favorecer trajetórias contínuas, revisão

	transformações estruturais e históricas.	colaborativa e aperfeiçoamento com a comunidade surda.
--	--	--

Fonte: Elaboração própria.

O modelo proposto indica que a tecnologia não deve ocupar o centro do processo educativo, mas integrar-se a uma rede de relações na qual sujeitos, línguas, culturas, interfaces e práticas pedagógicas se transformam mutuamente. A convivência constitui o ponto de partida, pois não há construção compartilhada de conhecimento sem reconhecimento do outro. A linguagem, especialmente a Libras, opera como condição de possibilidade para a participação dos estudantes surdos. A interação tecnológica, por sua vez, deve ser desenhada para ampliar essas possibilidades comunicacionais, e não para substituí-las.

A etapa da convivência exige que a tecnologia seja compreendida como parte de um ecossistema relacional. Em ambientes educacionais voltados a estudantes surdos, essa convivência inclui professores bilíngues, intérpretes, colegas surdos e ouvintes, familiares, desenvolvedores e pesquisadores. A IA, nesse contexto, deve funcionar como mediadora de interações e não como instância centralizadora do processo de aprendizagem. Quanto maior for a capacidade do sistema de ampliar oportunidades de diálogo em Libras, maior será sua pertinência inclusiva.

A etapa da linguagem ocupa posição estruturante no ciclo, porque é por meio dela que os sujeitos coordenam ações e produzem sentidos compartilhados. Para tecnologias destinadas a surdos, isso significa que a Libras deve ser incorporada desde o início do projeto do sistema, incluindo coleta de dados, arquitetura da interface, formas de feedback, avaliação e produção de materiais. A inclusão tardia da Libras, apenas como camada de acessibilidade, tende a gerar soluções parciais, pois mantém intacta a lógica original de um sistema pensado para ouvintes.

A etapa da interação tecnológica demanda responsividade. Sistemas de IA educacional não devem apenas apresentar conteúdos adaptados, mas responder às formas de participação dos estudantes, reconhecendo trajetórias, preferências linguísticas, produções em vídeo, registros visuais e modos próprios de elaborar conceitos. Em uma perspectiva autopoietica, essa responsividade não significa controle do aprendiz, mas criação de um espaço de perturbações pertinentes, no qual o estudante possa reorganizar sua experiência e construir conhecimento de modo autônomo.

A etapa da construção de significados remete à autoria. Uma tecnologia inclusiva precisa permitir que estudantes surdos criem, expliquem, argumentem, registrem e compartilhem conhecimentos em Libras, e não apenas recebam conteúdos traduzidos. Essa dimensão autoral diferencia uma ferramenta informacional de um ambiente de aprendizagem.

Quando o estudante produz narrativas sinalizadas, mapas visuais, vídeos explicativos ou respostas multimodais, participa ativamente da constituição do domínio de conhecimento, aproximando-se da ideia de construção compartilhada defendida neste artigo.

A etapa da participação vincula acessibilidade a protagonismo. Não basta que o estudante surdo tenha acesso ao conteúdo; é necessário que possa intervir, perguntar, discordar, propor caminhos e avaliar criticamente o próprio processo. Em sistemas de IA, isso implica interfaces que aceitem entradas em Libras, mecanismos de feedback acessíveis, espaços colaborativos e possibilidade de interação entre pares. A participação, nessa perspectiva, é critério de qualidade pedagógica e também de justiça educacional.

A etapa da inclusão, por fim, não é encerramento, mas condição para novas interações. O ciclo retorna porque cada experiência educativa transforma o sujeito, o ambiente e a própria tecnologia. A Inteligência Artificial, nesse sentido, deve ser continuamente avaliada, revisada e aperfeiçoada em diálogo com a comunidade surda. A inclusão é dinâmica, histórica e situada; por isso, tecnologias inclusivas não podem ser entendidas como produtos finalizados, mas como processos abertos de co-construção.

Nessa perspectiva, a Inteligência Artificial generativa pode contribuir para a educação de surdos quando atua como tecnologia de mediação e não de normalização. Isso significa desenvolver sistemas capazes de apoiar a aprendizagem bilíngue, favorecer produção de materiais em Libras, ampliar acesso a ambientes colaborativos, oferecer feedback visual e permitir que estudantes surdos expressem conhecimento em sua língua. A IA inclusiva deve ser compreendida como inteligência assistiva e colaborativa, subordinada aos objetivos pedagógicos, linguísticos e culturais definidos com participação da comunidade surda.

Os resultados também apontam para limites e cuidados. Sistemas de IA não são autopoieticos em sentido estrito, pois não se autoproduzem como seres vivos. Portanto, a autopoiese não deve ser aplicada de modo literal aos sistemas artificiais, mas utilizada como princípio epistemológico e normativo para orientar o design de tecnologias que respeitem a autonomia dos sujeitos humanos. A tecnologia deve favorecer a autopoiese dos aprendizes, e não pretender substituí-la ou governá-la.

Ao discutir a relação entre tecnologias educacionais, pensamento computacional e inclusão, Ribeiro *et al.* (2021) defendem a necessidade de ressignificar práticas pedagógicas para favorecer processos inclusivos, considerando necessidades específicas dos sujeitos. Essa abordagem aproxima-se da proposta deste artigo ao compreender que a tecnologia deve ser pedagogicamente situada e orientada à participação, e não apenas utilizada como recurso técnico de transmissão de conteúdo.

Desse modo, o principal resultado deste estudo consiste na formulação de uma orientação teórica para tecnologias educacionais inclusivas: sistemas de IA generativa para a educação de surdos devem ser concebidos como ambientes de acoplamento estrutural, convivência linguística e construção compartilhada de significados. Essa orientação desloca a ênfase da transmissão de conteúdo para a produção de condições de participação, autoria, diálogo e reconhecimento da diferença.

4.1 Implicações para o Design de IA Inclusiva na Educação de Surdos

As implicações decorrentes da análise realizada apontam para um conjunto de princípios que podem orientar projetos futuros de IA educacional inclusiva. O primeiro princípio é o da centralidade linguística da Libras. Tecnologias desenvolvidas para estudantes surdos devem operar com a Libras como língua de interação, produção e avaliação, e não apenas como tradução de materiais em Português. Isso demanda investimento em bancos de dados sinalizados, participação de usuários surdos na validação das interfaces e reconhecimento da variação linguística existente nas comunidades surdas.

O segundo princípio é o da participação comunitária. A produção de tecnologias para surdos sem presença ativa de pessoas surdas no processo de desenvolvimento tende a reproduzir perspectivas externas sobre suas necessidades. Assim, o co-design deve ser incorporado como requisito metodológico e ético. Oficinas em Libras, validação com estudantes surdos, colaboração com professores bilíngues e acompanhamento por pesquisadores da área de Estudos Surdos são estratégias indispensáveis para que a tecnologia seja produzida com a comunidade e não apenas para a comunidade (Medeiros Portella *et.al*, 2026).

O terceiro princípio é o da multimodalidade acessível. A experiência educacional de estudantes surdos não se reduz ao texto escrito nem à tradução sinalizada. Ela envolve recursos visuais, espaciais, cinestésicos, imagéticos e interativos. Assim, sistemas de IA podem integrar vídeos em Libras, objetos tridimensionais, infográficos, mapas conceituais, animações e recursos de realidade aumentada, desde que esses elementos estejam pedagogicamente articulados ao objetivo de aprendizagem. A multimodalidade deve ser compreendida como linguagem de aprendizagem, e não como adorno visual.

O quarto princípio é o da avaliação processual e bilíngue. Se a aprendizagem é transformação estrutural e construção de significados, os sistemas de IA não devem se limitar a medir acertos e erros em exercícios de múltipla escolha. É necessário desenvolver formas de avaliação que considerem trajetórias, produções em Libras, processos colaborativos,

participação em fóruns visuais e capacidade de explicar conceitos em diferentes linguagens. A avaliação, nesse caso, deve favorecer autonomia do estudante e oferecer subsídios para intervenções pedagógicas mais justas.

O quinto princípio é o da ética dos dados. Produções em Libras, vídeos de estudantes, padrões de interação e registros de aprendizagem constituem dados sensíveis, pois envolvem identidade, corpo, língua e cultura. Portanto, sistemas de IA destinados à educação de surdos devem adotar políticas transparentes de consentimento, armazenamento, anonimização e uso dos dados, garantindo que a comunidade surda não seja transformada em fonte de extração tecnológica sem participação nos benefícios e nas decisões.

O sexto princípio é o da auditabilidade pedagógica. Sistemas generativos tendem a produzir respostas plausíveis, mas nem sempre corretas, coerentes ou adequadas ao contexto linguístico. Por isso, recomenda-se que as ferramentas permitam revisão por professores, intérpretes e usuários surdos, registrando alterações, justificativas e limites de uso. A auditabilidade não deve ser vista apenas como requisito técnico, mas como condição ética para utilização de IA em processos educativos que envolvem sujeitos historicamente marginalizados.

O sétimo princípio é o da formação docente crítica. Professores que atuam com estudantes surdos precisam compreender tanto as possibilidades quanto as limitações dos sistemas de IA generativa. A formação deve incluir noções de acessibilidade, cultura surda, Libras, tecnologia assistiva, análise crítica de algoritmos e curadoria de materiais digitais. Sem essa mediação, corre-se o risco de utilizar ferramentas inovadoras para reproduzir práticas pedagógicas antigas, centradas na adaptação superficial de conteúdos e não na transformação das condições de aprendizagem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo teve como objetivo propor e discutir um Ciclo Autopoiético de Construção Inclusiva do Conhecimento para orientar o uso de Inteligência Artificial generativa na educação inclusiva de surdos. A análise desenvolvida demonstrou que os conceitos de autopoiese, clausura operacional, acoplamento estrutural, linguagem e convivência oferecem fundamentos consistentes para superar modelos educacionais e tecnológicos baseados na transmissão de informação.

A partir do referencial de Maturana e Varela, compreendeu-se que a aprendizagem não ocorre pela recepção passiva de conteúdos, mas por transformações estruturais desencadeadas

em processos de interação. Essa compreensão desloca o foco da tecnologia como ferramenta instrucional para a tecnologia como ambiente de mediação, convivência e construção compartilhada de significados. No caso dos estudantes surdos, esse deslocamento exige reconhecer a Libras, a visualidade e a acessibilidade comunicacional como dimensões estruturantes da experiência educativa.

Os resultados indicaram que a Inteligência Artificial generativa possui potencial para ampliar acessibilidade e apoiar a educação bilíngue de surdos, desde que seja desenvolvida a partir de princípios inclusivos, éticos e participativos. Tradutores automáticos, avatares, sistemas de reconhecimento de sinais, chatbots, recursos multimodais e plataformas adaptativas podem contribuir para a inclusão, mas somente quando superam a lógica de compensação e assumem a diferença linguística e cultural como fundamento do design.

Como contribuição teórica, foi proposto o Ciclo Autopoiético de Construção Inclusiva do Conhecimento, modelo que articula convivência, linguagem, interação tecnológica, construção de significados, participação, inclusão e novas interações. Esse modelo permite pensar a tecnologia como componente de um processo educacional dinâmico, no qual o conhecimento emerge da relação entre sujeitos, línguas, ambientes e práticas sociais.

Reconhece-se que esta investigação possui limitações por tratar-se de estudo teórico e bibliográfico. Recomenda-se, portanto, a realização de pesquisas empíricas com estudantes surdos, professores bilíngues, intérpretes de Libras, desenvolvedores, familiares e comunidades surdas, com vistas à validação do modelo proposto e ao desenvolvimento de protótipos de Inteligência Artificial generativa baseados em co-design.

Entre as contribuições do estudo, destaca-se a articulação entre uma teoria biológica do conhecer e o campo contemporâneo da Inteligência Artificial educacional. Essa aproximação permite questionar a crença de que sistemas inteligentes, por si mesmos, promovem aprendizagem. O que tais sistemas podem fazer é criar condições para interações mais potentes, acessíveis e significativas. Essa distinção é fundamental para evitar a substituição de uma pedagogia transmissiva por uma tecnocracia igualmente transmissiva, ainda que revestida de inovação.

Outra contribuição consiste em evidenciar que a educação de surdos exige mais do que adaptação tecnológica. Ela requer reconhecimento linguístico, participação cultural e reorganização dos processos pedagógicos. A Libras não deve aparecer apenas como elemento de acessibilidade, mas como fundamento da própria arquitetura educacional. Tecnologias baseadas em IA que não incorporam esse princípio tendem a produzir inclusão parcial, limitada ao acesso formal, sem garantir protagonismo e construção efetiva do conhecimento.

Conclui-se que tecnologias educacionais inclusivas para surdos exigem mais do que acessibilidade técnica. Exigem revisão epistemológica profunda sobre o que significa aprender, conhecer, comunicar e participar. Sob a perspectiva da Biologia do Conhecer e do conceito de autopoiese, a Inteligência Artificial generativa poderá contribuir para a inclusão educacional quando favorecer autonomia, convivência, legitimidade da diferença e construção compartilhada de mundos possíveis em Libras e em diálogo com a diversidade humana.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Luiz Antônio Botelho. Conhecimento é caminho: da metáfora à proposição de um mecanismo gerativo. **Ciências & Cognição**, v. 23, n. 1, p. 117-137, 2018. Disponível em: <https://www.revista.cienciasecognicao.org/index.php/cec/article/view/1462> . Acesso em: 10 jul. 2026.

ANDRADE, Luiz Antônio Botelho; SILVA, Edson Pereira da. **Metálogo: vida, cotidiano e linguagem**. Psicologia Clínica, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 29-43, 2003.

ANDRADE, Luiz Antônio Botelho; SILVA, Edson Pereira da. O conhecer e o conhecimento: comentários sobre o viver e o tempo. **Ciências & Cognição**, v. 4, p. 35-41, 2005. Disponível em: <https://www.revista.cienciasecognicao.org/index.php/cec/article/view/508> . Acesso em: 10 jul. 2026.

BERSCH, R. **Introdução à tecnologia assistiva. Porto Alegre: Assistiva Tecnologia e Educação**, 2017. Disponível em: https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf . Acesso em: 9 jul. 2026.

BRAGG, D BRAGG, D., KOLLER, O., BELLARD, M., BERKE, L., BOUDREAULT, P., BRAFFORT, A., ... E RINGEL MORRIS, M. Sign language recognition, generation, and translation: An interdisciplinary perspective. In **Proceedings of the 21st international ACM SIGACCESS conference on computers and accessibility** (pp. 16-31).. 2019, October. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3308561.3353774> Acesso em 9 de julho de 2026.

BRASIL. **Lei n.º 10.436, de 24 de abril de 2002**. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 25 abr. 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110436.htm . Acesso em: 9 jul. 2026.

BRASIL. **Decreto n.º 5.626, de 22 de dezembro de 2005**. Regulamenta a Lei n.º 10.436, de 24 de abril de 2002. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 23 dez. 2005. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm . Acesso em: 9 jul. 2026.

DEWEY, J. **Experiência e educação**. São Paulo: Nacional, 1976. Disponível em: <https://www.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/Public/1-mackenzie/universidade/pro-reitoria/graduacao-assuntos->

acad/CEAT/livro_Dewey_experi%C3%Aancia_educa%C3%A7ao.pdf Acesso em: 9 de Julho de 2026.

FAUSTO, Ilma Rodrigues de Souza. **A Infobetização dos profissionais da educação para o uso das tecnologias assistivas em sala de aula: uma abordagem formativa**. 2021. 267 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Escolar) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2021. Disponível em: <https://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/4093> . Acesso em: 9 jul. 2026.

FAUSTO, Ilma Rodrigues de Souza; LETA, Fabiana Rodrigues; BRAZ, Ruth Maria Mariani. Metodologia pedagógica para educação inclusiva aprimorada por tecnologia: estudo de caso de um curso EaD de computação e robótica para professores indígenas. **Peer Review**, n. 10, p. 320-335, 2024a. DOI: 10.53660/PRW-2212-4107

FAUSTO, Ilma Rodrigues de Souza; LETA, Fabiana Rodrigues; BRAZ, Ruth Maria Mariani. Comunica Tupi: tradutor para língua indígena Tupi Mondé. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 1, p. 2912-2927, 2024b. DOI: 10.54033/cadpedv21n1-156 .

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
https://www.dhnet.org.br/direitos/militantes/paulofreire/paulo_freire_pedagogia_da_autonomia.pdf Acesso em 9 de julho de 2026

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
https://www.dhnet.org.br/direitos/militantes/paulofreire/paulo_freire_pedagogia_do_oprimido.pdf Acesso em 9 de julho de 2026.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOUDINHO, Luciana da Silva; BRAZ, Ruth Maria Mariani; PINTO, Sérgio Crespo Coelho da Silva. Pensamento Computacional Inclusivo - como ensinar a resolução de problemas de forma prática para alunos surdos. In: **Workshop de Pensamento Computacional e Inclusão (Wpci)**, 1. , 2022, Manaus. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022 . p. 23-32. DOI: <https://doi.org/10.5753/wpci.2022.226559>.

HOLMES, W.; BIALIK, M.; FADEL, C. **Artificial intelligence in education: promises and implications for teaching and learning**. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019.

LACERDA, Cristina B. F. A inclusão escolar de alunos surdos: o que dizem alunos, professores e intérpretes sobre essa experiência. **Cadernos CEDES**, Campinas, v. 26, n. 69, p. 163-184, 2006. Disponível em: <https://scispace.com/pdf/a-inclusao-escolar-de-alunos-surdos-o-que-dizem-alunos-jq1crf0yej.pdf> Acesso em: 9 de julho de 2026

LEMO, Bernardo Alves Lobo da Cunha. **Uma revisão sistemática sobre o papel da inteligência artificial no ensino superior para promoção da aprendizagem adaptativa**. 2024. PhD Thesis. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/47/47131/tde-06082024-131550/en.php> Acesso em 9 de julho de 2026.

LUCKIN, R. **Machine learning and human intelligence: the future of education for the 21st century**. London: UCL IOE Press, 2018. Disponível em: <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10178695/> Acesso em: 9 de julho de 2026.

MANTOAN, Maria Tereza E. **Inclusão escolar: o que é? por quê? como fazer?** São Paulo: Summus, 2015. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/211/o/INCLUS%C3%83O-ESCOLARMaria-Teresa-Egl%C3%A9-Mantoan-Inclus%C3%A3o-Escolar.pdf> Acesso em: 9 de julho de 2026.

MARIANI BRAZ, Ruth Maria; PORTELLA; Sandro Medeiros; GOUDINHO, Luciana Goudinho e PINTO, Sérgio Crespo Coelho da Silva. Repensando as práticas pedagógicas a partir do letramento visual e da acessibilidade das pessoas com impedimento auditivo. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 10, n. 1, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/4984>. Acesso em: 10 jul. 2026.

MARIANI BRAZ, Ruth Maria. **Libras-A construção e a divulgação dos conceitos científicos sobre o ensino de ciências e biotecnologia: integração internacional de um dicionário científico online**. 2014. PhD Thesis. Tese de doutorado do curso de Ciências e Biotecnologia da Universidade Federal Fluminense, Niteroi.

MATURANA, H. R. **Emoções e linguagem na educação e na política**. Belo Horizonte: UFMG, 1998. Disponível em: <http://projetosntenoite.pbworks.com/w/file/attach/57862785/Humberto%20Maturana%20-%20Emo%C3%A7%C3%B5es%20e%20Linguagem%20na%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20e%20na%20P%20E2%80%A6.pdf> Acesso em: 9 de julho de 2026.

MATURANA, H. R. **Transformación en la convivencia**. Santiago: Dolmen, 1999. Disponível em: [https://materiaapoioaotcc.pbworks.com/f/H.+Maturana+-+Transformacion+en+la+convivencia+\(ES\).pdf](https://materiaapoioaotcc.pbworks.com/f/H.+Maturana+-+Transformacion+en+la+convivencia+(ES).pdf) Acesso em: 9 de julho de 2026.

MATURANA, H. R.; VARELA, F. J. **Autopoiesis and cognition: the realization of the living**. Dordrecht: D. Reidel, 1980. Disponível em: https://monoskop.org/images/3/35/Maturana_Humberto_Varela_Francisco_Autopoiesis_and_Cognition_The_Realization_of_the_Living.pdf Acesso em: 9 de julho de 2026.

MATURANA, H. R.; VARELA, F. J. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. São Paulo: Palas Athena, 2001. Disponível em: <https://materiaapoioaotcc.pbworks.com/f/Arvore+do+Conhecimento+Maturana+e+Varela.pdf> Acesso em: 9 de julho de 2026

MEDEIROS PORTELLA, Sandro.; BARBOSA MENDES, Maria Cristina; BRAZ, Ruth Maria Mariani. Estruturando uma arquitetura pedagógica para o ensino de Libras na Educação Infantil. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 27, n. 1, p. 26-34, 2026. Disponível em: <https://revistaensinoeducacao.pgsscogna.com.br/ensino/article/view/14358> Acesso em: 9/7/2026

MENDES, Maria Cristina Barbosa; PINTO, Sérgio Crespo Coelho da Silva Pinto; CAMINHA, Vera Lúcia Prudencia; SILVA, Márcia Maria e BRAZ, Ruth Maria Mariani. **Relatos de experiências sobre o uso das tecnologias assistivas - Construindo arquiteturas pedagógicas inclusivas**. Camara Brasileira do Livro/ UFF, Niteroi, 2025.

NOBLE, S. U. **Algorithms of oppression: how search engines reinforce racism**. New York: New York University Press, 2018.

PORTELLA, Sandro Medeiros et al. As bases biológicas da surdez. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, e16101018656, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/18656> Acesso em: 9 de julho de 2026.

PORTELLA, Sandro Medeiros; GOUDINHO, Luciana da Silva; PINTO, Sérgio Crespo Coelho da Silva e MARIANI BRAZ, Ruth Maria. A importância do letramento visual e da acessibilidade linguística na educação inclusiva. **Revista Espaço Pedagógico**, [S. l.], v. 31, p. e15483, 2024. DOI: 10.5335/rep.v31.15483. Disponível em: <https://ojs.upf.br/index.php/rep/article/view/15483>. Acesso em: 9 jul. 2026.

RIBEIRO, Claudiane Figueiredo et al. Resignificando o pensamento computacional na perspectiva inclusiva. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, e400101421789, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/21789> Acesso em: 9 de Julho de 2026.

SCARDAMALIA, M.; BEREITER, C. Knowledge building. In: SAWYER, R. K. (ed.). **Cambridge handbook of the learning sciences**. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

SILVA, Fátima Cristina Andrade da; MENDES, Maria Cristina Barbosa; SILVA, Wendel Furtado da; VALE, Mírian Renata Medeiros dos Santos; BRAZ, Ruth Maria Mariani. Recursos informativos e apoio à formação de pais de crianças surdas. **Revista edUCA - Revista Multidisciplinar da Faculdade Católica Paulista**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. e269, 2026. DOI: 10.54901/educa.v9-269. Disponível em: <https://www.revistaeduca.com.br/index.php/EDUCA/article/view/269>. Acesso em: 9 jul. 2026.

VARELA, F. J.; THOMPSON, E.; ROSCH, E. **The embodied mind: cognitive science and human experience**. Cambridge: MIT Press, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.