

**Da didacografia à IA:
metáforas pelas quais o ensino é automatizado¹**

**From didachography to AI:
metaphors teaching is automated by**

**De la didacografía a la IA:
metáforas por las cuales la enseñanza é automatizada**

Giselle Martins dos Santos Ferreira

Pontifícia Universidade do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Rio de Janeiro/RJ – Brasil

Márcio Silveira Lemgruber

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora/MG – Brasil

Thiago Leite Cabrera

Pontifícia Universidade do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Rio de Janeiro/RJ – Brasil

Resumo

Embora a automação não seja uma novidade, grandes esperanças estão atualmente depositadas em dispositivos cada vez mais engenhosos, construídos com Inteligência Artificial (IA). A IA se tornou um ponto de discussão-chave nas agendas de governos e agências multinacionais, com particular interesse em aplicações educacionais. Este artigo explora paralelos entre as ideias em torno da IA na educação e as concepções propostas no século XVII por Jan Amos Comenius, conhecido como o pai da educação moderna. Baseando-se em pesquisas em andamento que tomam a metáfora como sua categoria analítica central, o artigo assume que metáforas não são meros recursos estilísticos, mas dispositivos estratégicos de persuasão. A *didacografia* de Comenius, termo proposto em sua *Didática Magna* (1657) para descrever um sistema educacional inclusivo, baseia-se fortemente em metáforas que sugerem semelhanças notáveis com a retórica da EdTech contemporânea, especialmente, em desenvolvimentos relacionados à IA. Ilustrando que as ideias e premissas envolvidas nos discursos atuais sobre EdTech podem remontar a ideias centenárias, o texto argumenta que, apesar de assumir expressões linguísticas variadas e contextualmente situadas, as metáforas subjacentes parecem ter perdurado desde o tempo de Comenius para apoiar o advento de um sistema educacional destinado a automatizar o ensino e, assim, prescindir de uma peça fundamental de seu esquema: o professor. Na conclusão, sugere-se que reconhecer a natureza *contingente* do ensino e da aprendizagem talvez implique em aceitar que aspectos-chave do que nos torna humanos podem sempre resistir à engenharia.

Palavras-chave: Metáforas na educação, Automação na educação, História da educação, História da tecnologia educacional; Estudos críticos da educação e tecnologia

¹ Tradução da primeira autora do artigo “From Didacography to AI: metaphors teaching is automated by”, publicado originalmente em inglês sob licença Creative Commons *Attribution 4.0 International* (CC By 4.0) no *Journal of Interative Media in Education*, JIME, v. 2023(1), 2023. Original disponível em: <https://jime.open.ac.uk/articles/10.5334/jime.798>.

Abstract

Although automation is not a novelty, high hopes are currently pinned on increasingly ingenious devices built with Artificial Intelligence (AI). AI has become a key discussion point in the agendas of governments and multinational agencies, with particular interest in educational applications. This article explores parallels between ideas surrounding AI in education and conceptions proposed in the 17th century by Jan Amos Comenius, known as the father of modern education. Drawing upon illustrations from ongoing research that takes metaphor as its core analytical category, the piece assumes that metaphors are not mere stylistic elements, but strategic persuasive devices. Comenius' *didachography*, a portmanteau coined in his 1657 *Didactica Magna* to describe an inclusive educational system, relies heavily on metaphors that suggest remarkable similarities with contemporary EdTech rhetoric, especially on AI related developments. Whilst exemplifying that ideas and premises entailed in current discourses on EdTech may hark back to centuries-old ideas, the paper argues that, despite taking on varying, contextually situated linguistic expressions, underlying metaphors appear to have endured from Comenius' time to support the advent of an educational system poised to automate teaching and, thus, dispense with a key part of his scheme: the teacher. In closing, the piece suggests that we may need to acknowledge the contingent nature of teaching and learning, accepting that key aspects of what makes us human may always resist engineering.

Keywords: Metaphors in education; Automation in education; History of education; History of educational technology; Critical studies of education and technology.

Resumen

Si bien la automatización no es nada nuevo, actualmente hay grandes esperanzas puestas en dispositivos cada vez más ingeniosos construidos con Inteligencia Artificial (IA). La IA se ha convertido en un tema de conversación clave en las agendas de los gobiernos y las agencias multinacionales, con especial interés en las aplicaciones educativas. Este artículo explora los paralelismos entre las ideas que rodean a la IA en la educación y los conceptos propuestos en el siglo XVII por Jan Amos Comenius, conocido como el padre de la educación moderna. Basándose en investigaciones en curso que toman la metáfora como su categoría analítica central, el artículo asume que las metáforas no son meros recursos estilísticos, sino recursos estratégicos de persuasión. La *didacografía* de Comenius, término propuesto en su *Didactica Magna* (1657) para describir un sistema educativo inclusivo, se basa en gran medida en metáforas que sugieren sorprendentes similitudes con la retórica contemporánea de la EdTech, especialmente en desarrollos relacionados con la IA. Ilustrando que las ideas y suposiciones involucradas en los discursos actuales de EdTech pueden remontarse a ideas centenarias, el texto argumenta que, a pesar de asumir expresiones lingüísticas variadas y situadas contextualmente, las metáforas subyacentes parecen haber perdurado desde la época de Comenius para apoyar el advenimiento de un sistema educativo destinado a automatizar la enseñanza y, así, prescindir de una parte fundamental de su esquema: el docente. En conclusión, se sugiere que reconocer la naturaleza contingente de la enseñanza y el aprendizaje puede implicar aceptar que los aspectos clave de lo que nos hace humanos pueden siempre resistir la ingeniería.

Palabras clave: Metáforas en la Educación, Automatización en la Educación, Historia de la Educación, Historia de Tecnología Educativa, Tecnología Educativa Crítica, Comenio

1. Introdução

Cenários de uma existência humana automatizada não são uma novidade: dos textos clássicos à literatura e ao cinema contemporâneos, o mito e a ficção vêm explorando diferentes perspectivas para a espinhosa relação entre humano e máquina. Apesar das preocupações distópicas, a história da tecnologia oferece muitos exemplos de dispositivos projetados e construídos para realizar tarefas com mínima (ou nenhuma) intervenção humana (PICKOVER, 2019), desde autômatos mecânicos criados para entretenimento (REILLY, 2011) até dispositivos atuais baseados em *big data*.

Se as tecnologias digitais abriram novos horizontes à automação em termos de sofisticação, alcance e potenciais funcionalidades, parece que, desde meados do século XX, as fronteiras entre ficção e realidade vêm sendo fortemente desafiadas, em parte, devido à popularização de ideias originadas na ciência da computação e promovidas por futurólogos entusiastas que defendem uma visão do progresso como um empreendimento fundamentalmente tecnocientífico. Com uma combinação de antecipação e medo, a “singularidade tecnológica” é aguardada, e as questões por ela projetadas são discutidas (BOSTROM, 2014).

Atualmente, grandes esperanças estão depositadas na Inteligência Artificial (IA) como o caminho para formas cada vez mais engenhosas de automação. A IA se tornou um ponto-chave nas agendas de governos e agências multilaterais (por exemplo, UNESCO, 2019; 2021; OECD, 2019; 2020), levantando questões que requerem atenção urgente dada a velocidade com que essas técnicas estão sendo incorporadas à vida cotidiana, invariavelmente, com bênçãos na forma de apoio financeiro prioritário para pesquisa e desenvolvimento.

Curiosamente, Crawford (2021, p. 115) observa que a pesquisa em IA geralmente é conduzida sem revisão ética prévia, uma espécie de privilégio herdado de suas conexões históricas com campos considerados não diretamente relacionados às pessoas (por exemplo, cibernética). Esse parece ser o caso da pesquisa sobre IA na educação, que, segundo Zawacki-Richter *et al.* (2019), se origina predominantemente nos departamentos de ciência da computação e engenharia, com pouca ou nenhuma atenção às questões pedagógicas que surgem em relação aos usos de tais sistemas em ambientes educacionais reais.

Outros estudos sobre a produção de pesquisas sobre o tema (por exemplo, CHASSINGNOL *et al.*, 2018; HOOSHYEA; YOUSEFY; LIM, 2019; GUAN; MOU;

JIANG, 2020; ALJARRAH *et al.*, 2021; ZHAI *et al.*, 2021; FLORES *et al.*, 2022)² oferecem reivindicações consistentes, lançando mais luz sobre as maneiras pelas quais ideias como, computação afetiva, processamento de linguagem natural e reconhecimento facial estão sendo recontextualizadas para apoiar o desenvolvimento da IA com fins supostamente educacionais.

A maioria das áreas abordadas pelo desenvolvimento de IA para a educação, conforme apresentado nas revisões mencionadas acima, pertence amplamente a uma das duas categorias seguintes: administração (desde níveis mais altos de gerenciamento até ações rotineiras de professores, como registro de presença) e pedagogia (ainda que com pouca consideração das práticas e seu entrelaçamento com o trabalho considerado administrativo (SELWYN, 2022a).

Essas categorias são espelhadas pela OCDE (2019, p. 3; tradução nossa), no que é descrito como o desafio de “colher os benefícios da IA (...) para melhorar os processos educacionais na sala de aula e no nível do sistema”. O solucionismo tecnológico (MOROZOV, 2013) é uma perspectiva abrangente. Em última análise, há grandes expectativas em torno das promessas da indústria de *personalizar* a aprendizagem, melhorando, assim, o desempenho individual, elevando os padrões acadêmicos e, fundamentalmente, ampliando a participação em experiências educacionais de qualidade.

Este artigo explora paralelos entre as ideias atuais sobre a automação na educação e as concepções propostas no século XVII pelo educador tcheco Jan Amos Comenius, conhecido como o pai da educação moderna. Comenius figura entre um punhado de pioneiros que contribuíram para desenvolvimentos teóricos na pedagogia, com base nos princípios do Renascimento (NORDKVELLE, 2004). Seu nome também foi invocado em propostas para dar suporte teórico às iniciativas EdTech (GLAVA; BACIU, 2015; ČERNÁ, 2019; MOZELIUS; JALDEMARK; HELLESTEDT, 2020) e conectado a discursos utópicos da cibercultura, por meio de suas projeções de uma educação que irá preparar as pessoas para construir um futuro melhor, mais equitativo e mais justo (DAHLIN, 2009).

Este texto sugere que a *Didática magna* de Comenius, uma obra visionária publicada em latim, em 1657, promoveu um papel para a mediação técnica que

² Essas revisões abrangem os últimos dez a vinte anos, mas a IA na educação vem se consolidando como um campo de pesquisa, desde a década de 1960, com um desenvolvimento mais acentuado a partir da década de 1980 (WILLIAMSON; EYNON, 2020).

guarda semelhanças notáveis com as formas contemporâneas de pensar sobre a tecnologia na educação.

A *Didática* de Comenius se baseia fortemente em metáforas e analogias para descrever a visão do autor de um sistema educacional aberto a todos. Este artigo se baseia em pesquisas em andamento que tomam a metáfora como sua categoria analítica central, assumindo que metáforas estabelecem deslocamentos de significados e operam como poderosos dispositivos persuasivos.

A pesquisa envolve uma análise metafórica crítica (CHARTERIS-BLACK, 2004) de um *corpus* que inclui amostras de textos acadêmicos, documentos publicados por agências multilaterais e material de mídia produzido por empresas. Com foco em uma seleção de metáforas identificadas na análise, particularmente, em textos publicados pela OCDE e Unesco, o artigo argumenta que as principais preocupações comenianas aparecem representadas na retórica da EdTech, sobretudo no que diz respeito à IA na educação.

Nesse sentido, a discussão exemplifica que concepções e premissas contidas nos discursos atuais sobre EdTech podem remontar a ideias centenárias, ainda que tendam a circular como “inovações” prementes sem reconhecimento de sua historicidade, questão ainda a ser mais amplamente abordada na pesquisa crítica sobre EdTech (SELWYN, 2022b).

Em contraste com o que parece ser uma defesa generalizada da IA, em muito do que é dito sobre seu potencial como “solução” para problemas educacionais, pesquisas que adotam perspectivas críticas (por exemplo, GALLAGHER; BRINES, 2021; HRATINSKI *et al.*, 2019; ANDREJEVIC; SELWYN, 2020; SELWYN *et al.*, 2022) tratam a automação de forma mais cautelosa e consistente com as severas advertências de O’Neil (2016) sobre a reprodução da desigualdades e injustiças, por meio da tomada de decisões baseada em dados.

Como argumentado a seguir, as perspectivas de desqualificação ou, no extremo, de substituição do professor por máquinas, que refletem preocupações centenárias com os efeitos da automação no trabalho e nas profissões (NOBLE, 2010), estão diretamente associadas a formas de conceber o ensino, a aprendizagem, a própria educação e, fundamentalmente, a natureza e o papel da tecnologia nesses processos.

Essas concepções assumem, amiúde, a forma de metáforas ontológicas, ou seja, “maneiras de ver eventos, atividades, emoções, ideias etc., como entidades e

substâncias” (LAKOFF; JOHNSON, 1980, p. 25). Conforme discutido na próxima seção, metáforas moldam o pensamento educacional e orientam a ação pedagógica, estando profundamente enraizadas na linguagem cotidiana que envolve as tecnologias educacionais (HLYNKA; NELSON, 1991; STEVENSON, 2007; BLAU; GREENBERG; SHAMIR-INBAL, 2018; FARELLY *et al*, 2020).

2. Metáforas da tecnologia educacional

Uma ideia-chave recorrente nas revisões de literatura mencionadas acima e em muitos outros escritos sobre IA (por exemplo, TUOMI, 2018; UNESCO, 2019) é o objetivo de medir ou prever seu *impacto* na educação. Isso representa uma visão dos objetos, como se eles operassem em claras cadeias de causa e efeito, uma forma de determinismo que tem sua “essência”, segundo Nye (2006), encapsulada na primeira cena de *2001, uma odisséia no espaço*, de Stanley Kubrick.

A cena retrata a descoberta (fortuita) de ferramentas como base para o desenvolvimento da humanidade em uma espécie capaz de navegar no espaço sideral. A metáfora de Winner (1986, p. 10; tradução nossa) da tecnologia como um *trator* também é descritiva dessa forma de determinismo, na medida em que explica o trabalho de avaliar o impacto como uma “missão impotente”, conduzida “depois que o trator passou por cima de nós, [quando] podemos nos levantar e medir cuidadosamente as marcas deixadas.”

Nesse sentido, como meteoros que caem na Terra, causando vários níveis de destruição, as tecnologias são interpretadas como *objetos externos*. A “avaliação de impacto”, nessa perspectiva, equivaleria a uma forma de futurologia ou de *combate a incêndios*, pois os impactos só são sentidos após o pouso efetivo do objeto *invasor*.

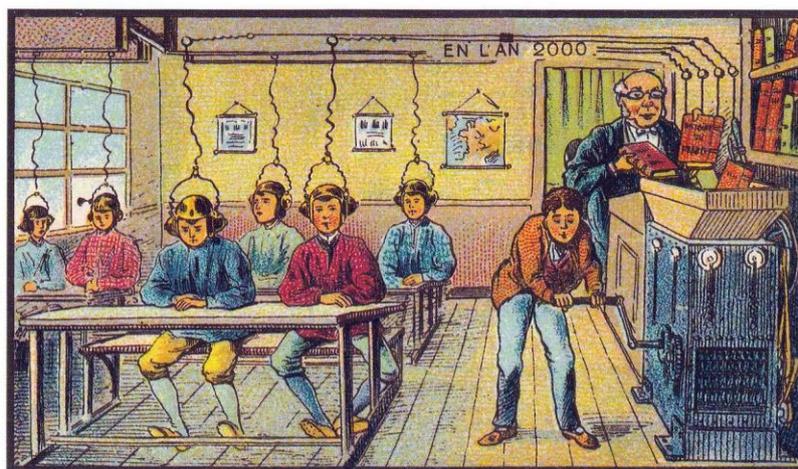
Como outras metáforas, essas não são meros dispositivos estilísticos a serem descartados como poéticos. Metáforas estabelecem deslocamentos de significados, estabelecendo relações entre domínios distintos de pensamento em sua forma de “analogias condensadas” (PERELMAN; OLBRECTHS-TYTECA, 2008, p. 671; tradução nossa). Nesse sentido, constituem estratégias persuasivas que encapsulam concepções e valores, sugerindo aspectos de sua base ideológica não apenas pelo que destacam, mas também pelo que obscurecem. Quando se escolhe uma metáfora em detrimento de outra, entram em jogo certas formas de descrever as coisas que representam formas específicas de identificar, classificar e avaliar essas coisas. Metáforas conceituais, em particular, constituem construtos mentais que definem

formas de perceber, pensar e se relacionar com o mundo (LAKOFF; JOHNSON, 1980), e podem ser entendidas como “profecias autorrealizáveis” (LAKOFF; JOHNSON, 1980, p. 156; tradução nossa).

Nesse sentido, metáforas desempenham um papel central no enquadramento, divulgação e reprodução de determinados pontos de vista, com uma eficácia assentada no fato de serem facilmente naturalizáveis (CHARTERIS-BLACK, 2004). A ideia de que a tecnologia terá *impacto*, talvez a forma mais comum de enquadrar o pensamento sobre os seus efeitos, implica na sua inevitabilidade e, crucialmente, na sua neutralidade, um pressuposto particularmente problemático para a educação (SELWYN, 2014).

Tomada como uma metáfora visual, a Figura 1 pode lançar luz sobre as maneiras pelas quais os discursos sobre EdTech empregam metáforas que circunscrevem formas de conceber não apenas objetos, seus usos potenciais e vantagens sobre alternativas existentes, mas também outros aspectos vinculados à educação, incluindo seus sujeitos. A imagem também aponta para a possibilidade de que tais concepções representem ideias mais antigas, mesmo que sejam revistas e apresentadas como novidades.

Figura 1: *En l'an 2000*. Atribuído a Jean-Marc Côté, por volta de 1900 (WIKIMEDIA FOUNDATION, 2022)



Antes do advento dos dispositivos de automação baseados em dados, a EdTech era fortemente limitada em suas tentativas de “inovar” a pedagogia, de forma que a tecnologia parece ter permanecido predominantemente como um meio de

transmissão (FERSTER, 2014) – precisamente, como mostrado no futuro do passado representado na imagem.

A figura pode ser lida como mostrando um professor-*curador* selecionando o conteúdo a ser despejado nos alunos, por meio de uma linha de transmissão alimentada por um jovem aparentemente menos favorecido do que aqueles sentados em suas carteiras. A imagem também sugere uma visão objetificada do conhecimento e do currículo, como se ambos estivessem simplesmente contidos em livros e fossem, de alguma forma, transferíveis para os alunos, presumivelmente, por algum tipo de transposição didática engendrada por meios tecnológicos.

O posicionamento da tecnologia aqui já sugere uma forma de desqualificação do trabalho do professor associada à objetificação implícita nessas metáforas ontológicas. Além disso, como as máquinas de ensino de Skinner e muita tecnologia educacional contemporânea, ainda fundada predominantemente em princípios behavioristas (WATTERS, 2021), não há interação entre professor e alunos.

Esse arranjo é fortemente remanescente (se uma inversão cronológica pode ser perdoada) do cenário pintado em *Matrix* (1999), das irmãs Wachowski. Brincando com a metáfora do *sujeito como um cérebro* (ORTEGA; VIDAL, 2007; VIDAL, 2009), o filme sintetiza a metáfora do *cérebro como um computador*, ao retratar o aprendizado como questão de *receber* o *upload* de novos programas – um processo que não demanda esforço, é relativamente indolor e praticamente instantâneo, no qual a única parte do corpo que importa está contida no crânio.

Como Friesen (2010, p. 84) sugere, essa última metáfora é fundante na história da teoria nas ciências cognitivas, mas implica numa “tautologia circular autorreforçada”, quando as teorias psicológicas inspiradas na tecnologia são aplicadas ao desenvolvimento de tecnologias educacionais e *design* de interface. Essa tautologia está implícita na busca por “máquinas pensantes” baseadas em um modelo da mente como uma máquina em primeiro lugar.

Em *Matrix*, a aprendizagem parece não exigir nenhum professor, apenas um operador de terminal de computador. Na sala de aula mostrada na imagem, podemos supor que existe um professor, mas ele não tem relações diretas com os alunos, que permanecem devidamente disciplinados, mesmo quando encaram o mundo, em vez do instrutor, em uma sala de aula aberta à inspeção externa.

Uma metáfora conceitual chave está em jogo aqui, uma que interpreta o ensino como o *preenchimento de um recipiente* constituído pela mente do aluno. Essa

metáfora sintetiza nitidamente concepções complementares de ensinar e aprender (preencher/ser preenchido), atribui papéis a professor e aluno (transmitir/receber) e, assim, configura posições específicas para esses sujeitos, delineando suas possíveis formas de relacionamento.

A expressão metafórica “aprendizagem como *aquisição*” (SFARD; 1998; ELMHOLDT, 2003), embora implique num papel mais ativo para o aprendiz, é consistente com a metáfora *do preenchimento*, que foi abordada de uma perspectiva política por Freire (2005), em sua crítica amplamente conhecida da ideia de educação bancária. Ao explorar a ideia de que os professores *depositam* conhecimento nas mentes dos alunos, Freire aponta para uma assimetria na relação entre esses atores que demanda atenção a questões de poder.

A próxima seção se concentra em metáforas para explorar paralelos entre as ideias propostas por Comenius, em sua *Didática magna*, e as que envolvem a automação na educação. A sala de aula de Comenius difere significativamente daquela mostrada na imagem acima, mas a *Didática* apresenta uma variedade de metáforas e analogias relacionadas à ideia *do preenchimento* representada na imagem e, principalmente, em expressões cotidianas contemporâneas como “conteúdo curricular”.

3. Ampliação da participação: padronização, eficiência e economias de escala

Comenius nasceu no final do século XVI, herdeiro da fé protestante difundida na Boêmia, após a execução de Jan Hus, reitor da Universidade de Praga. Antes da Reforma de Lutero, a Unidade dos Irmãos já havia começado a divulgar sua fé por meio de escolas e livros, principalmente, a Bíblia traduzida para o idioma nacional. Nesse contexto, aliando religião e educação, Comenius iniciou sua missão de vida de formular e implementar reformas educacionais em meio a períodos de exílio, devido à perseguição pelos Habsburgos católicos.

Com base em sua experiência como professor e diretor de instituições educacionais, Comenius redigiu sua *Didática magna* em tcheco, 30 anos antes de sua publicação final em latim como parte da *Opera Didactica Omnia*. Seu subtítulo – *Tratado da arte universal de ensinar tuto a todos* – é revelador da perspectiva universalista do autor, tanto em termos da sua abrangência (dos pobres, das

mulheres e daqueles com “as inteligências mais fracas” – Comenius 1907, p. 158), como em seu foco em padrões, conforme discutido oportunamente.

Antes de Comenius, a educação era um privilégio. Críticas e sugestões feitas em *A vida de Gargântua e Pantagruel* (ca. 1532-1564) de Rabelais e nos *Ensaio de Montaigne* (1580) visavam à preceptorial dos filhos da aristocracia. Embora publicado um século depois da *Didática* de Comenius, o clássico *Emílio* (1762), de Rousseau, continua focalizado no ensino individual. Mesmo os modelos mais parecidos com as escolas como os consideramos hoje tinham um caráter pitoresco e improvisado. O ensino era realizado na casa do professor, com alunos de diferentes idades atendidos individualmente, enquanto outros permaneciam ociosos, resultando em frequentes punições físicas. O autor entendeu que isso não poderia fornecer um projeto para a expansão da escolarização.

Comenius propôs uma estrutura abrangente para apoiar o ensino de um grande número de alunos, incluindo detalhes sobre as condições materiais das escolas, a organização dos horários escolares e o uso de currículos e livros pré-determinados para cada nível de ensino. Sua proposta previa a escolarização até aos 24 anos, inspirando-se nos desenvolvimentos técnicos da sua época, de transição entre o artesanato medieval e a revolução industrial ainda por acontecer.

O educador Comenius acomodou em sua visão as ideias de “multiplicidade” e “perfeição”, que associava à produção em lotes na manufatura, tomando padeiros e oleiros como modelos para o professor que, doravante, teria de lidar com grande número de alunos e propor atividades para que todos realizassem simultaneamente:

(...) Numa palavra, assim como o padeiro assa muitos pães e o oleiro faz muitos tijolos com uma só massa e esquentando o formo uma só vez, assim como o tipógrafo com uma única composição de caracteres produz centenas e milhares de exemplares de livros, também o mestre, sem nenhum esforço, pode ensinar, ao mesmo tempo, os mesmos exercícios a um grande número de alunos. (COMENIUS, 2017, p. 209)

Nesse trecho, estão representadas duas grandes preocupações comenianas: *a eficiência e a padronização*. Comenius afirmou que seu esquema permitiria aos professores evitarem o caos do ensino individual, por meio de uma racionalidade do ensino simultâneo integrado a uma estrutura de apoio. Ao longo da *Didática*, ele passou do *professor-jardineiro* ao *professor-mestre* e, no final do livro, ao professor *perfeito* encarnado no *professor-tipógrafo*.

A analogia da tipografia pertence a uma família de imagens que envolve a confecção de inúmeros produtos padronizados. Denominando seu método como *didacografia* – termo criado pela aglutinação de “didática” e “tipografia”, o autor expressou sua confiança nas tecnologias emergentes como modelos para um então novo tipo de educação – uma educação para as massas – que envolvia questões equiparadas ao que hoje enquadraríamos como *economias de escala*. Ele assim explica a ideia:

Na didacografia (gosto de usar esse termo) é exatamente a mesma coisa. O papel são os alunos, cuja mente é impressa com os caracteres da ciência. Os caracteres tipográficos são os livros escolares e todos os outros instrumentos didáticos, por meio dos quais as matérias que devem ser aprendidas são impressas com facilidade nas mentes. A tinta é a voz do mestre, quando, a partir dos livros, *ele transmite o sentido das coisas para as mentes dos alunos*. A prensa é a disciplina, que predispõe e obriga todos a absorver os ensinamentos. (COMENIUS, 2017, p. 364; grifo dos autores)

O estilo de escrita barroco de Comenius pode parecer exagerado para o leitor moderno, mas sua analogia do ensino como impressão envolve, explicitamente, uma expressão linguística da metáfora conceitual do ensino como *preenchimento*, conforme destacado no trecho. Como folhas em branco, os alunos deveriam *receber* conhecimento. Em contraste com a imagem francesa discutida acima, no entanto, Comenius não automatiza a *transmissão de conteúdo*: em vez disso, ele coloca o professor bem no centro do processo, uma ideia-chave que discutiremos mais adiante. Aqui, destacamos que, elaborando sua analogia em minúcias, o autor constantemente lembra ao leitor sua preocupação com a prática pedagógica, utilizando recursos especialmente preparados:

Quem quiser caracteres tipográficos sempre prontos para o uso não poderá abandoná-los desorganizadamente por todos os cantos, mas deve distribuí-los em estojos e estantes; assim também os nossos livros não devem oferecer o material de estudo em confusão, mas dividido do modo mais distinto possível e pelas tarefas precisas que deverão ser feitas em um ano, um mês, um dia, uma hora. (...) Finalmente, assim como os tipógrafos têm uma régua com a qual reúnem caracteres para formar palavras, reúnem palavras para formar linhas, e para compor linhas em colunas, de tal modo que nada fique fora do lugar, também os educadores deverão receber normas precisas às quais conformem seu trabalho, isso significa que, para seu uso, é preciso escrever livros informativos que indiquem de que modo e quando eles devem agir para não errar. (COMENIUS, 2017, p. 365)

Em outras palavras, o esquema de Comenius usa recursos padronizados para serem mobilizados de formas pré-especificadas, dentro de uma estrutura particular. Sob essa luz, o *design* instrucional contemporâneo pode ser visto como um herdeiro legítimo da visão de Comenius. De fato, Mumford (1970, p. 101; tradução nossa)

reconheceu Comenius “como o precursor, senão o inventor, da educação programada mecanicamente: nada o separa daqueles que agora têm sob seu comando o aparato eletrônico e mecânico necessário para executar seu método.”

Esse parece ser o caso do pensamento em torno do *design* e dos usos das tecnologias educacionais, que, segundo Watters (2021, p. 246; tradução nossa), ainda envolvem “dividir as lições nas menores frações possíveis de conteúdo, por exemplo, dando aos alunos *feedback* imediato sobre seus erros, e permitindo que eles progridam em seu próprio ritmo até que tenham dominado um conceito.”

Ecossistemas da centralidade atribuída por Comenius aos livros podem ser ouvidos na retórica em torno dos Objetos de Aprendizagem (OA) e dos Recursos Educacionais Abertos (REA), concebidos de forma variada com as metáforas dos *blocos de Lego*, *peças de quebra-cabeças* e *ferramentas* (FERREIRA; LEMGRUBER, 2019), com essa última constituindo (possivelmente) a metáfora mais comum usada para descrever as tecnologias educacionais. Essas metáforas são consistentes com uma perspectiva de ensino e aprendizagem como uma questão de combinar *partes* apropriadas ou *blocos* de construção em um arranjo técnico.

Na versão idealizada da tipografia por Comenius, todas as folhas seriam impressas sem erros ou imperfeições, desde que bem preparadas. A fé do autor na ampla aplicabilidade de seu método, que reverbera no subtítulo do livro, também abarcou a formação de professores:

Sejam capazes de ensinar com habilidade mesmo aqueles que a natureza não fez propensos ao ensino, visto que ninguém deverá tirar apenas da própria cabeça o que vai ensinar e como ensinar, mas principalmente *instilar e infundir* nos jovens uma instrução já preparada, com meios que encontrará prontos, ao seu alcance. (COMENIUS, 2017, p. 363; grifo dos autores)

Nesse trecho, fica explícita a metáfora do ensino como *preenchimento*. Crucialmente, apesar da importância atribuída aos recursos, um elemento-chave do argumento de Comenius reside precisamente na forma como ele localizou os professores dentro de sua didacografia, na qual os recursos, por eles mesmos, não são suficientes:

Dissemos que a tinta didática é a voz do professor: os caracteres tipográficos, se estivessem secos, certamente imprimirão o papel (por efeito da prensa), mas só deixarão sinais ilegíveis e evanescentes; se entintados, porém, deixarão imagens claríssimas e quase indelévels. Do mesmo modo, *as coisas que as crianças recebem de seus mestres sem a sua voz, que são os livros, são mudas, obscuras, imperfeitas*; se, porém, for acrescentada a voz do professor (que *as explica racionalmente segundo a capacidade dos alunos e as põe em prática*), então essas coisas se tornarão vívidas

e ficarão profundamente impressas em suas mentes, de tal modo que, ao fim, eles entenderão realmente o que aprenderam e saberão que entendem o que sabem. Finalmente, assim como a tinta tipográfica é diferente da tinta de escrever, ou seja, é feita com óleo, e não com água (e, de fato, quem quer receber grandes louvores por sua arte tipográfica uso o óleo mais fino e o melhor negro-de-fumo), também *a voz do professor deve insinuar-se, como óleo puríssimo, nas mentes dos alunos, através de um método agradável e simples, insinuando-se com a voz também as coisas ensinadas.* (COMENIUS, 2017, p. 366; grifos dos autores)

O trecho acima também sinaliza que Comenius não propôs professores como meros *leitores* de livros: explicações e técnicas persuasivas são necessárias para promover uma aprendizagem efetiva. No entanto, ao retratar o ensino como uma *arte* ao longo da *Didática*, o autor revela os limites de sua compreensão do que pode estar envolvido no trabalho de professores que dão vida ao conhecimento registrado em livros:

E se qualquer organista executa habilmente qualquer música escrita na partitura, apesar de não ser capaz de compô-la nem de executá-la de cor com a voz ou com o órgão, por que não poderá o mestre ensinar qualquer coisa, se já encontrará prontas, como se impressas numa partitura, as coisas que deverão ser ensinadas e o modo de fazê-las? (Comênio 2017, p. 363)

Esse último trecho também reitera sua crença na padronização como elemento fundante de uma educação inclusiva, mas a analogia entre ensinar e executar uma peça musical escrita é repleta de dificuldades. No entanto, apesar de sua visão simplista, a didacografia de Comenius permite um distanciamento entre o texto e sua apresentação, que constitui um espaço de apropriação e adaptação criativa. Esse espaço continua sendo um atributo do trabalho docente no esquema de Comenius, que, infelizmente, não parece garantido pelas tendências atuais, como veremos a seguir.

4. Metáforas antigas, novas e duradouras

Comenius via o mundo como uma cadeia de certezas. Como o Criador é perfeito, assim são as Suas obras: há *Ordem* no Céu e na Terra. Após quase 200 páginas de considerações dessa natureza, a *Didática* apresenta explicitamente o ensino como uma questão *técnica*, associando seu funcionamento ao de um *relógio* em termos de regularidade:

Portanto, *a arte de ensinar não exige mais que uma disposição tecnicamente bem feita do tempo, das coisas e do método.* (...) Tentaremos, pois, em nome do Altíssimo, proporcionar às escolas uma organização tal que corresponda exatamente à do

relógio construído com técnica perfeita e decoração esplêndida. (COMENIUS, 2017, p. 127; grifo dos autores)

A ideia da regularidade está na base do que Mumford (1967, p. 11, tradução nossa) descreve como *megamáquina*, uma “máquina arquetípica composta de partes humanas”, cuja origem associa a civilizações antigas que deixaram obras monumentais, tais como pirâmides, testemunhos das maneiras pelas quais diferentes maneiras de uma “ordem cósmica” foram usadas para apoiar formas específicas de hierarquias sociais.

Conforme sugere Mumford (1970, p. 103, tradução nossa), “o trabalho de Comenius deixa claro o entrelaçamento de invenções, experiências mecânicas, instituições regulamentadas e, subjacente a todas elas, exorbitantes expectativas mágicas, que produziram o novo tecido industrial e político.” O otimismo de Comenius com a tipografia encontra um paralelo no entusiasmo contemporâneo pela IA, como o caminho a seguir para “democratizar o acesso e criar igualdade de oportunidades” na educação (OCDE, 2019, p. 338; tradução nossa).

O autor derivou não apenas confiança, mas também justificção de uma visão de mundo fortemente enraizada em sua herança religiosa. No entanto, despojado de tais conotações, a visão *mecânica* que ele aplicou à educação parece ser precisamente o que sustenta as reivindicações em torno da IA.

A IA tende a ser apresentada em termos de seu potencial para *fazer* uma variedade de coisas que, tradicionalmente, fazem parte do trabalho docente; por exemplo: “*identificar* [ênfase adicionada] materiais pedagógicos e abordagens adaptadas ao nível de cada aluno”; “*fazer previsões, recomendações e tomar decisões* sobre as próximas etapas do processo de aprendizagem com base em dados de alunos individuais”; “*responder* a uma situação de aprendizagem e *adaptar-se* às necessidades e habilidades dos alunos” (OCDE, 2020, p. 5-8; tradução nossa).

Todas as expressões metafóricas destacadas apoiam a ideia de que *aproveitar* ou *promover* a IA seria uma principal “vantagem” dos sistemas automatizados em termos de sua capacidade de melhorar eficiências: “a promessa da IA para os professores reside em sua capacidade de aumentar a eficácia de seu ensino e os ajudar a fornecer as condições ideais nas quais seus alunos podem aprender e crescer” (UNESCO, 2020, p. 17; tradução nossa).

Atribuir às máquinas ações normalmente reservadas aos professores reforça a fragmentação do ensino-aprendizagem já implicada na Educação a Distância (EaD), sobretudo em vertentes mais recentes como o e-Learning baseado em MOOC. Originados principalmente no campo da EaD, OA, REA e ideias como *unbundling* (*desempacotamento*) e *uberização* (WELLER, 2021) estão associados a metáforas que sustentam uma visão da educação como um “problema” a ser resolvido com montagens de *blocos* de construção padronizados.

A fragmentação é sintetizada em Sistemas de Tutores Inteligentes, Plataformas de Aprendizagem Adaptativa, professores-robôs e outros rótulos (SELWYN, 2015) que designam sistemas destinados a apoiar a aprendizagem com mínima ou nenhuma mediação direta do professor (SELWYN, 2019). Afirmar que a IA visa a “*prover a todos os alunos, onde quer que estejam no mundo, com acesso a uma aprendizagem vitalícia de alta qualidade, personalizada e onipresente*” (UNESCO, 2021, p. 15; tradução nossa) implica em que a IA seria capaz de lidar com a diferença de maneiras que os professores humanos supostamente não podem. No entanto, questões do mundo real relacionadas às condições de trabalho dos professores, além do número crescente de alunos – remuneração insuficiente e burocracia excessiva, por exemplo – não são uma parte necessária do cenário abordado pela defesa da IA.

Nesse contexto, um paradoxo fundamental permanece obscurecido: enquanto os discursos da personalização enfatizam a diferença, a padronização assume a forma, por exemplo, de foco na avaliação como uma área-chave para o apoio da IA, embora geralmente sem mencionar questões envolvidas em currículos padronizados e resultados de aprendizagem (GONZÁLEZ-CALATAYUD; PRENDES-ESPINOSA; ROIG-VILA, 2021).

Esse paradoxo reverbera sem contestação nos discursos em torno da EdTech, na medida em que o problema do de dois sigmas de Bloom (BLOOM, 1984), a muito citada questão de ensinar a um grande número de alunos (presumivelmente) da maneira tão eficaz quanto é possível em aulas individuais, é reivindicado como tendo sido (ou estar prestes a ser) resolvido com IA (OLCER, 2018).

Padronização e personalização parecem estar em desalinho nesses discursos, que também disseminam afirmações de que a IA já teve um grande impacto na educação, usualmente acompanhadas de avaliações positivas (por exemplo, CHEN; CHEN; LIN, 2020), mas sem muito em termos de sustentação empírica.

Crucialmente, as metáforas mecânicas de Comenius parecem ecoar na metáfora da educação como *engenharia*, discutida por Hlynka e Nelson (1991), como o deslocamento para a educação, de uma perspectiva originada na engenharia (e na gestão). Isso pode ser entendido como a lógica que enquadra a relação professor-aluno nos discursos sobre IA.

Sob esta ótica, a solução eficiente de problemas complexos é promovida pela sua quebra em *pedaços* menores que podem ser modelados e analisados, com o objetivo de criar soluções parciais para serem posteriormente *adaptadas* conforme necessário. Como Hlynka e Nelson (1991, p. 114) sugeriram, a metáfora *da engenharia* é “atraente na medida em que os educadores estão preocupados com os extensos gastos em educação”.

Com as economias de escala como uma preocupação implícita, Comenius defendeu uma medida de especialização em uma didacografia que separa o planejamento do ensino, uma abordagem fragmentada amplificada em discursos sobre IA, que retratam o trabalho dos professores como um processo que pode ser produtivamente desmembrado. Essa fragmentação permite que tarefas específicas sejam identificadas, rotuladas e programadas em máquinas que funcionarão hipoteticamente como auxiliares para os professores, ao mesmo tempo em que suporta a avaliação do *impacto* da IA na profissão³.

Em uma educação concebida como uma megamáquina, sujeitos são *objetificados*, tornando-se componentes falíveis, mesmo quando a metáfora das *ferramentas* aparece repetidamente para sugerir que *usuários* ainda serão necessários. Por outro lado, a IA emerge, como é o caso com *big data* (FERREIRA *et al.* 2020), como *sujeito*:

O uso da Inteligência Artificial para *interrogar* vastas quantidades de dados e *identificar um indivíduo específico que precisa de ajuda* é cada vez mais visto pelos serviços de aconselhamento como uma *ferramenta valiosa, se não essencial* em seus esforços para evitar (...) perdas trágicas. (UNESCO, 2020, p. 24, grifo dos autores)

Nesse trecho, a IA aparece não apenas como mediadora entre humanos, mas também como um poderoso adivinho capaz de prever crises (possivelmente fabricadas?).

³ Veja a discussão de Tuomi (2018, p. 20) sobre essa lógica aplicada ao ensino escolar, que conclui com a afirmação de que os professores permanecerão relevantes em uma educação baseada em IA.

Como sugerido anteriormente, as alegações em torno da IA reproduzem o que já foi dito sobre as “soluções” anteriores da EdTech, no sentido de ampliar o acesso à educação, que Mumford (1970, p. 286), se referindo aos desenvolvimentos da década de 1960, entendeu como algo que “solidifica o sistema introduzido pela megamáquina arcaica-moderna.”

A crítica de Mumford pode servir como um aviso de que os sistemas baseados em IA podem *aprisionar* os alunos em gaiolas solitárias, isolados de toda interação real com os outros e alimentados de acordo com padrões desenhados de maneira opaca a partir de massas de dados coletados de outros sujeitos igualmente presos. Esse processo estaria posicionado não dentro de uma ordem divina como a comeniana, mas em um mundo governado por uma *mão invisível*, uma metáfora que ofusca as transações envolvidas na operação real dos *mercados*.

Nesse contexto, a educação pode ser reduzida a produzir sujeitos que irão apoiar e manter as estruturas existentes, conforme ilustrado por uma preocupação marcante com a formação profissional em “habilidades de IA” (UNESCO, 2019; OCDE, 2021). Como o funcionamento interno dos sistemas de IA não é facilmente auditado, os professores podem ser, na melhor das hipóteses, relegados a um papel comparável ao sumo sacerdócio das megamáquinas anteriores. Com uma fé cega na sabedoria da IA, talvez tudo o que lhes reste possa ser endossar a perfeição de uma nova “ordem (cósmica?)” ditada pela IA, uma possibilidade que é consistente com o retrato do desenvolvimento da tecnologia (NOBLE, 1999) como um empreendimento religioso.

Nessa perspectiva, a dessocialização (SELWYN *et al.*, 2021) implicada na automação pode ser entendida como associada ao paradoxo padronização/personalização que se esconde nos discursos da IA. Aqui, as metáforas de produção em lotes de Comenius envolvendo panificação podem ser mais apropriadas do que a analogia da tipografia, já que a linguagem em torno da personalização com IA tende a evitar retratos de alunos como algo vazio, possivelmente, como uma tentativa de evitar os tipos de crítica direcionados a abordagens behavioristas.

Alegações em torno da IA apoiam a expansão e sofisticação de uma abordagem mecânica da educação, mesmo quando “o que é de fato necessário é a simplificação mecânica e a amplificação humana” (MUMFORD, 1970, p. 286). Os discursos da automação não deixam espaço para se imaginar alternativas a uma

educação democratizada ou para reformular o problema: repensar a educação não em termos de como atender a um maior número de alunos com IA, mas em como lidar com questões relacionadas ao número insuficiente de professores.

Conforme sugerido acima, o sistema de Comenius também é semelhante a uma megamáquina mumfordiana em seu foco em padrões e eficiência como base de uma educação em larga escala. Embora sua sala de aula difira da imagem francesa discutida anteriormente, parece que sua didacografia atribuiu à tecnologia um papel que guarda notáveis semelhanças com as formas contemporâneas de pensar as tecnologias educacionais.

O texto de Comenius foi elaborado em linguagem específica para seu tempo e, especialmente, seu compromisso central de democratizar a educação para fins sociais e religiosos. Em contraste, as perspectivas contemporâneas são sustentadas por um conjunto diferente de valores que expropria interesses sociais mais amplos para legitimar uma visão de educação reduzida a equipar as pessoas com habilidades e conhecimentos exigidos pelo mercado de trabalho em um futuro impactado pela IA.

Apesar dos paralelos com abordagens contemporâneas, o esquema de Comenius retém, ao atribuir um papel de liderança à “voz do professor”, possibilidades de interação humana, que as atuais tendências de automação explicitamente restringem em propostas que enfatizam, na melhor das hipóteses, a comunicação mediada por máquinas.

De fato, o que parece estar em jogo com as propostas de personalização da aprendizagem por via da IA é a reconstrução da relação professor-aluno, com a IA como *substituta* da voz docente de Comenius. Enquanto a linguagem metafórica é situada e, portanto, variável, metáforas ontológicas subjacentes de base técnica – *blocos de construção, ferramentas, vasos vazios a serem preenchidos da forma mais eficiente possível* – parecem ter resistido para sustentar o advento de um sistema educacional pronto para automatizar o ensino e, assim, prescindir de um elemento fundamental da didacografia de Comenius: o professor.

5. Considerações Finais

Este artigo explorou paralelos entre as ideias de Comenius e os discursos atuais em torno da IA na educação, com foco nas metáforas. Foram discutidas várias metáforas que parecem (paradoxalmente) sustentar tanto o lugar do professor na didacografia de Comenius, quanto as tendências atuais de sua substituição total ou

parcial por máquinas, ainda que em diferentes realizações linguísticas e, nos discursos contemporâneos, apesar das reivindicações de que os professores *não* serão substituídos por IA.

Destacou-se que, enquanto os argumentos de Comenius eram sustentados por valores religiosos de seu tempo e lugar, a versão contemporânea da megamáquina educacional de Mumford é guiada por uma perspectiva de educação como meio de produzir sujeitos para o mercado de trabalho. Sob esse prisma, para além de localizar antecedentes históricos da tecnologia educacional contemporânea em meados do século XX, como sugerido por Watters (2021), a discussão aponta para uma lógica muito mais antiga. Nessa perspectiva, Comenius emerge não apenas como um pensador educacional fundante, mas também um precursor-chave das ideias contemporâneas sobre o lugar da automação na educação.

À medida que a indústria de tecnologia aposte em novas formas materiais para criar simulacros cada vez mais complexos do corpo humano e seus entornos, não é exagero imaginar que encarnações antropomórficas, igualmente impressionantes de professores de IA, supostamente dotados de “afeto”, ainda possam vir a ser criados.

Não podemos prever os efeitos da reconstrução da relação professor-aluno com objetos-tornados-sujeitos supostamente inteligentes, que é precisamente o que parece estar na agenda da IA sob o disfarce de ajuda e apoio para aumentar a eficiência dos professores. Nesse contexto, várias metáforas parecem convergir em um impulso, no sentido de uma hipotética personalização da aprendizagem que pode desumanizar a educação.

Dada a natureza dessas metáforas, que apoiam as formas pelas quais as tecnologias são projetadas, comercializadas e defendidas em textos de políticas públicas e meios de comunicação em todo o mundo, muito trabalho precisaria ser feito para criar formas de resistir à lógica subjacente dominante, se é que isso é possível.

A discussão apresentada, no entanto, não pretende sugerir juízos de valor específicos, inclusive sobre a possibilidade de a docência ser uma profissão *ameaçada*, embora certamente compartilhemos questões colocadas em algumas críticas à IA.

Dentre eles, estamos preocupados com os tipos de sujeitos que podem ser produzidos em contextos com reduzida (ou nenhuma) interação humana. A esse respeito, somos lembrados dos *hikikomori* no Japão, que, como Tsing (2015, p. 263;

tradução nossa) sugere, “vivem através da mídia eletrônica”, isolando-se “através do envolvimento em um mundo de imagens que os deixa livres de sociabilidade.”

O papel central da interação humana, corporificada nos processos de subjetivação implicados na educação, aparece implícito na centralidade da “voz do professor” de Comenius, apesar de seu caráter técnico. Nos discursos da personalização com IA, no entanto, as formas previstas para interação sugerem ainda mais forte reducionismo do que nos parece ser a necessidade humana de se conectar com outros.

Como Hejnl (2017, p. G87; tradução nossa) observa, “metáforas são sempre um *double bind*: elas nos permitem ver e, ao mesmo tempo, impedem nossas habilidades de perceber.” *Perceber*, no entanto, é um primeiro passo necessário para compreensão e mudança renovadas.

Neste artigo, examinamos “metáforas sentadas”, metáforas que “ficam em uma página e esperam que o leitor as encontre” (GALLAGHER; LINDGREN, 2015, p. 391). Ideias inovadoras podem surgir de abordagens criativas à metáfora como “uma ‘caixa de areia mental’, na qual explorar questões de diferentes perspectivas.” (WELLER, 2022, p. 170).

De fato, começaram a surgir alternativas em áreas que buscam inspiração na diversidade cultural e biológica (TSING, 2015; CADENA; BLASER, 2018; TSING et al., 2017). De fato, até mesmo *Matrix* inclui um papel para o professor humano em Morpheus, um professor que não é apenas corporificado, mas também *emotivo*. Talvez, um caminho a seguir possa partir do engajamento com a metáfora de maneiras que tragam à tona as conexões entre aprendizagem, afeto e o corpo em contexto, que são precisamente os aspectos negligenciados por Comenius em sua comparação entre ensino e performance musical.

Em sua época, partituras eram consideradas meras instruções gerais para dar suporte a interpretações particulares, específicas a artistas, horários e locais de performance. Reconhecer a natureza contingente do ensino e da aprendizagem, como faziam os músicos da época de Comenius em relação ao seu ofício, talvez nos inspire a repensar a megamáquina como modelo de educação. Em última análise, talvez tenhamos que reconhecer que os principais aspectos do que nos torna humanos podem resistir teimosamente à engenharia.

Referências bibliográficas

- ALJARRAH, A. *et al.* Artificial Intelligence techniques for distance education: a systematic literature review. *TEM Journal*, v. 10, n. 4, p. 1621-1629, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.18421/TEM104-18>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- ANDREJEVIC, M.; SELWYN, N. Facial recognition technology in schools: critical questions and concerns, *Learning, Media and Technology*, v. 45, n. 2, p. 115-128, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1686014>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- BLAU, I.; GREENBERG, R.; SHAMIR-INBAL, T. Pedagogical perspectives and practices reflected on metaphors of learning and digital learning of ICT leaders. *Computer in the schools*, v. 35, n. 1, p. 32-48, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/07380569.2018.1427960>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- BLOOM, B. The 2 Sigma Problem. The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. *Educational Researcher*, v. 13, n. 6, p. 4-16, 1984.
- BOSTROM, N. *Superintelligence*. Paths, dangers, strategies. Oxford: Oxford University Press, 2014.
- CADENA, M; BLASER, M. *A world of many worlds*. Durham: Duke University Press Books, 2018.
- ČERNÁ, M. Johann Amos Comenius and his legacy at the information age. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE, ICBL. 12., Hradec Kralove, 2-4 jul. 2019. Conference Proceedings...* Hradec Kraolve, Czech Republic, ICBL, 2019. p.46-56. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-21562-0_4. Acesso em: 10 jan. 2023.
- CHARTERIS-BLACK, J. *Corpus approaches to critical metaphor analysis*. Nova York: Palgrave MacMillan, 2004.
- CHASSIGNOL, M. *et al.* Artificial intelligence trends in education: A narrative overview. *Procedia Computer Science*, v. 136, p. 16–24, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.233>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- CHEN, K.; CHEN, P.; LIN, Z. Artificial Intelligence in education: a review. *IEEE Access*, v. 8, p. 75264-75278, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- COMENIUS, J. A. *Didática magna*. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2017.
- CRAWFORD, K. *Atlas of ai*. power, politics, and the planetary costs of artificial intelligence. New Haven; London: Yale University Press, 2021.
- DAHLIN, B. Education and psycho-utopianism—Comenius, Skinner, and Beyond. *World Futures: The Journal of New Paradigm Research*, v. 65, n. 7, p. 507-526, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/02604020902733371>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- ELMHOLDT, C. Metaphors for learning: cognitive acquisition versus social participation. *Scandinavian Journal of Educational Research*, v. 6, n. 2, p. 115-131, 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00313830308616>. Acesso em: 10 jan. 2023.

- FARRELY, T.; COSTELLO, E; DONLON, E. VLEs: A metaphorical history from sharks to limpets. *Journal of Interactive Media in Education*, v. 2020, n.1, [.S. p], 2020. Disponível em: <http://doi.org/10.5334/jime.575>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- FERREIRA, G.; LEMGRUBER, M. Great expectations: a critical perspective on open educational resources in Brazil. *Learning, Media and Technology*, v. 44, n. 3, p. 315-326, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/17439884.2019.1639190>.
- FERREIRA, G. *et al.* Metaphors we're colonized by? The case of data-driven technologies in Brazil. *Learning, Media and Technology*, v. 45, n. 1, p. 46-60, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17439884.2019.1666872>. Acesso em: 10 jan 2023.
- FERSTER, B. *Teaching machines. Learning from the intersection of education and technology*. Baltimore: Johns Hopkins University, 2014.
- FLORES, F. *et al.* Inteligencia artificial en educación: una revisión de la literatura en revistas científicas internacionales. *Revista de Investigación Apuntes Universitarios*, v. 12, n. 1, p. 353-372, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.17162/au.v12i1.974>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- FREIRE, P. *Pedagogy of the oppressed*. 30th anniversary edition. New York; London: Continuum, 2005.
- FRIESEN, N. Mind and machine: ethical and epistemological implications for research. *AI & Soc.*, v. 25, p. 83-92, 2010. Disponível em: <http://doi.org/10.1007/s00146-009-0264-8>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- GALLAGHER, M.; BREINES, M. Surfacing knowledge mobilities in higher education: reconfiguring the teacher function through automation. *Learning, Media and Technology*, v. 46, n. 1, p. 78-90, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17439884.2021.1823411>. Acesso em: 10 jan 2023.
- GALLAGHER, S.; LINDGREN, R. Enactive metaphors: learning through full-body engagement. *Educ. Psychol. Rev.*, v. 27, p. 391–404, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9327-1>. Acesso em: 10 jan 2023.
- GLAVA, C.; BACIU, C. Premises of the educational implementation of information and communication technologies. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 209, p. 3-8, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.206>. Acesso em: 10 jan 2023.
- GONZÁLEZ-CALATAYUD, V.; PRENDES-ESPINOSA, P.; ROIG-VILA, R. Artificial Intelligence for student assessment: a systematic review. *Applied Science*, v. 11, n. 12, p. 5467-5482, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app11125467>. Acesso em: 10 jan 2023.
- GUAN, C.; MOU, J.; JIANG, Z. Artificial intelligence innovation in education: a twenty-year data-driven historical analysis. *International Journal of Innovation Studies*, v. 4, n. 4, p. 134-147, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2020.09.001>. Acesso em: 10 jan 2023.
- HEJNOL, A. Ladders, trees, complexity, and other metaphors in evolutionary thinking. In: TSING, A. *et al.*(Orgs.), *Arts of living on a damaged planet*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2017.

- HLYNKA, D.; NELSON, B. Educational technology as metaphor. In: Hlynka, D.; Bekand, J. C. (Orgs.). *Paradigms regained*. The uses of illuminative, semiotic and post-modern criticism in inquiry in educational technology. A book of readings. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications, 1991.
- HOOSHYAR, D.; YOUSEFI, M.; LIM, H. A systematic review of data-driven approaches in player modelling of educational games. *Artificial Intelligence Review*, v. 52, p. 1997–2017, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10462-017-9609-8>. Acesso em: 10 jan 2023.
- HRASTINSKI, S. *et al.* Critical imaginaries and reflections on artificial intelligence and robots in postdigital K-12 education. *Postdigital Science*, v. 1, p. 427–445, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42438-019-00046-x>. Acesso em: 10 jan 2023.
- LAKOFF, G.; JOHNSON, M. *Metaphors we live by*. Chicago: University of Chicago Press, 1980.
- MATRIX. Direção: Lana Wachowski e Lilly Wachowski. Produção de Joel Silver. Burbank, CA: WARNER Bros., Village Roadshow Pictures, Groucho II Film Partnership, Silver Pictures, 1999.
- MOROZOV, E. *To save everything, click here*. The folly of technological solutionism. New York: Public Affairs, 2013.
- MOZELIUS, P.; JALDEMARK, J.; HELLERSTEDT, A. Aristotle, Comenius, Dewey, Plato and Pokémon GO: walking with location-based games in the footsteps of didactic giants. In: SÖBKE, H., J.; HAUGE, M. Wolf Baalsrud; WEHKING, F. (Eds.). *Proceedings of DELbA 2020 workshop on designing and facilitating educational location-based applications co-located with the Fifteenth European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL 2020)*. Heidelberg: Germany (online), 2020.
- MUMFORD, L. *The myth of the machine*. Nova York: Harcourt Brace Jovanovich, Inc., 1967. Volume I: Technics and Human Development.
- MUMFORD, L. *The Myth of the machine* Nova York: Harcourt Brace Jovanovich, Inc., 1970. Volume II: The Pentagon of Power.
- NOBLE, D. *The religion of technology*. The divinity of man and the spirit of invention. Nova York; London: Penguin Books, 1999.
- NOBLE, D. *Forces of production*. A social history of industrial automation. Reprint with a new preface by the author. News Brunswick: Transaction Publishers, 2010.
- NORDKVELLE, Y. Technology and didactics: historical mediations of a relation, *Journal of Curriculum Studies*, v. 36, n. 4, p. 427-444, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0022027032000159476>. Acesso em: 10 jan 2023.
- NYE, D. *Technology matters*. Questions to live with. Cambridge, MA: MIT Press, 2006.
- OECD. *AI in Society*. Paris: OECD Publishing, 2019.
- OECD. *Trustworthy AI in education: promises and challenges*. Paris: OECD Publishing, 2020.
- OECD. *Demands for AI skills in jobs: evidence from online job postings*. Paris: OECD Publishing, 2021. OECD Science, Industry and Technology Working Papers.

- OLCER, C. Solving Bloom's 2 Sigma Problem. *Medium*, 05 mar. 2018. Disponível em: <https://medium.com/hackernoon/solving-blooms-2-sigma-problem-a2f80e1391cf>. Acesso em: 10 jan 2023.
- O'NEIL C. *Weapons of math destruction*. New York, Crown, 2016.
- ORTEG, F.; VIDAL, F. Mapeamento do sujeito cerebral na cultura contemporânea. *RECIIS*, v. 1, n. 2, p. 257-261, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.3395/reciis.v1i2.916>. Acesso em: 10 jan 2023.
- PERELMAN, C.; OLBRECHTS-TYTECA, L. *The new rhetoric: a treatise on argumentation*. Notre Dame, Indiana: Centre for the Study of Democratic Institutions; University of Notre Dame Press, 2008.
- PICKOVER, C. *Artificial Intelligence*. An illustrated history. New York: Sterling, 2019.
- REILLY, L. *Automata and mimesis on the stage of theatre history*. London: Palgrave Macmillan, 2011.
- SELWYN, N. *Distrusting educational technology*. London: Routledge, 2014.
- SELWYN, N. Minding our language. Why education and technology is full of bullshit ... and what might be done about it. *Learning, Media and Technology*, v. 45, n. 3, p. 437-443, 2015.
- SELWYN, N. *Should robots replace teachers?* London: Polity Press, 2019.
- SELWYN, N. Less work for teacher? The ironies of automated decision-making in schools. In: PINK, S. et al. (Orgs.). *Everyday automation: experiencing and anticipating automated decision-making*. London: Routledge, 2022a. p.73-83.
- SELWYN, N. The 'wonderful usefulness' of historical perspectives on EdTech. *Ed Tech Key Issues*, v.4, [S.p.], 3 March 2022b. Disponível em: <https://criticaledtech.com/2022/03/03/the-wonderful-usefulness-of-historical-perspectives-on-edtech/>. Acesso em: 10 jan 2023.
- SELWYN, N. et al. Digital technologies and the automation of education — key questions and concerns. *Postdigital Science and Education*, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42438-021-00263-3>. Acesso em: 10 jan 2023.
- SELWYN, N. et al. Making sense of the digital automation of education. *Postdigital Science and Education*, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42438-022-00362-9>. Acesso em: 10 jan 2023.
- SFARD, A. On two metaphors for learning and the dangers of choosing just one. *Educational Researcher*, v. 27, n. 2, p. 4-13, 1998.
- STEVENSON, I. Tool, tutor, environment or resources: exploring metaphors for digital technology and pedagogy using activity theory. *Computers and Education*, v. 51, p. 836-853, 2007. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.09.001>. Acesso em: 10 jan 2023.
- TSING, A. L. *The mushroom at the end of the world*. On the possibility of life in capitalist ruins. Princeton: Princeton University Press, 2015.
- TSING, A. L. et al. (Orgs.). *Arts of living on a damaged planet*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2017.

- TUOMI, I. *The impact of artificial intelligence on learning, teaching, and education policies for the future*. JCR Reports. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018.
- UNESCO. *Beijing Consensus on artificial intelligence and education*. Paris: UNESCO, 2019.
- UNESCO. *AI in education: change at the speed of learning*. Paris: UNESCO, 2020.
- UNESCO. *AI and Education: guidance for policy makers*. Paris: UNESCO, 2021.
- VIDAL, F. Brainhood, anthropological figure of modernity. *History of the Human Sciences*, v. 22, n. 1, p. 5-36, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1177%2F0952695108099133>. Acesso em: 10 jan 2023.
- WATTERS, A. *Teaching machines*. The history of personalized learning. Cambridge, MA: MIT Press, 2021.
- WELLER, M. Why “Uber for education” metaphors are flawed (and just rubbish). *The Ed Techie*, 26 October 2021. Disponível em: <http://blog.edtechie.net/edtech/why-uber-for-education-metaphors-are-flawed-and-just-rubbish/>. Acesso em: 10 jan 2023.
- WELLER, M. *Metaphors of Ed Tech*. Athabasca: Athabasca University Press, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.15215/aupress/9781771993500.01>. Acesso em: 10 jan 2023.
- WILLIAMSON, B.; EYNON, R. Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. *Learning, Media and Technology*, v. 45, n. 3, p. 223–235, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1798995>. Acesso em: 10 jan 2023.
- WINNER, L. *The whale and the reactor*. Chicago: Chicago University Press, 1986.
- ZAWACKI-RICHTER, O. *et al.* Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, v. 16, n. 39, p. 1-27, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>. Acesso em: 10 jan 2023.
- ZHAI, X. *et al.* A review of Artificial Intelligence (AI) in education from 2010 to 2020. *Complexity*, Article, p. 1-18, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2021/8812542>. Acesso em: 10 jan 2023.