

EDUCAÇÃO 4.0: REVOLUÇÃO TECNOLÓGICA OU AMEAÇA DISFARÇADA?

EDUCATION 4.0: TECHNOLOGICAL REVOLUTION OR DISGUISED THREAT?

EDUCACIÓN 4.0: ¿REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA O AMENAZA ENCUBIERTA?



10.56238/CONEeduca-124

João Fernando Costa Júnior

Doutor em Ciências da Educação

Instituição: Universidad Tecnológica Intercontinental (UTIC)

E-mail: joaofernando@espiritolivre.org

Waldir Giese

Doutor em Ciências da Educação

Instituição: Universidad Tecnológica Intercontinental (UTIC)

E-mail: 2023encontro@gmail.com

Marcelo Queiroz Schimidt

Doutor em Ciências da Educação

Instituição: Universidad Tecnológica Intercontinental (UTIC)

E-mail: mqschimidt@gmail.com

Norberto Huber

Doutor em Ciências da Educação

Instituição: Universidad Tecnológica Intercontinental (UTIC)

E-mail: rieghuber@gmail.com

Jonas Bezerra da Costa

Doutor em Ciências da Educação

Instituição: Universidad Tecnológica Intercontinental (UTIC)

E-mail: jb14costa@gmail.com

Simone Feliciano de Abreu

Doutoranda em Ciências da Educação

Instituição: Universidad del Sol (UNADES)

E-mail: simoneabreu@hesfa.ufrj.br

Maria José de Barros

Doutoranda em Ciências da Educação

Instituição: Universidad Tecnológica Intercontinental (UTIC)

E-mail: maria.jose@edu.pilar.al.gov.br



Mariana Santos de Mendonça

Mestranda em Vigilância em Saúde

Instituição: Universidade Iguaçu (UNIG)

E-mail: enfamariana.mendonca@gmail.com

Inailma Elisa da Silva

Mestranda em Tecnologias Emergentes em Educação

Instituição: MUST University

E-mail: elisasilvaconc@gmail.com

Alline Paula Santos de Oliveira

Mestranda em Ciências da Educação

Instituição: Universidad del Sol (UNADES)

E-mail: allinehl2020@gmail.com

Ivete Bispo dos Santos

Mestranda em Ciências da Educação

Instituição: Universidad del Sol (UNADES)

E-mail: ivetebissan@gmail.com

Anselmo Accioly Francisco Ferreira

Mestrando em Tecnologias Emergentes em Educação

Instituição: MUST University

E-mail: anselmoaccioly@gmail.com

Luciano Ribeiro Ferreira Garcia

Mestrando em Artes Cênicas

Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

E-mail: luciferrgar@hotmail.com

Rosimary da Mata Ribeiro

Mestranda em Ciências da Educação

Instituição: Universidad Tecnológica Intercontinental (UTIC)

E-mail: rosimaryribeiro@yahoo.com

Cássia Luciane Cangussu Narciso de Souza

Mestranda em Ciências da Educação

Instituição: Universidad Tecnológica Intercontinental (UTIC)

E-mail: cassiacangussy@gmail.com

RESUMO

Este artigo oferece uma análise crítica da Educação 4.0, abordando seus conceitos, fundamentos e desafios numa perspectiva integradora. Inicialmente, contextualiza a Educação 4.0 no contexto da Indústria 4.0 e da cultura digital, ressaltando a ambivalência entre inovação pedagógica e riscos à dimensão humana da educação. A metodologia adotada, uma revisão integrativa da literatura, garantiu a abrangência necessária para compreender múltiplas faces do fenômeno. O texto detalha os potenciais



pedagógicos das tecnologias emergentes, como inteligência artificial e realidade aumentada, e a importância das metodologias ativas e da personalização da aprendizagem para o desenvolvimento de competências do século XXI. Discute, ainda, as competências digitais essenciais para estudantes e docentes, destacando a importância de uma formação continuada que articule aspectos técnicos, críticos e éticos. Explora as desigualdades no acesso à infraestrutura tecnológica, evidenciando que a “inclusão digital” precisa ultrapassar a mera provisão de dispositivos para se definir como justiça social. São também abordados riscos associados à dependência tecnológica, sobrecarga informacional e mercantilização da educação, que ameaçam a saúde mental dos envolvidos e a autonomia do projeto educativo. Por fim, propõe que a Educação 4.0 será uma revolução pedagógica na existência de políticas públicas robustas, currículo integrado, governança ética de dados e formação docente qualificada, enquanto se converterá em ameaça quando dominada por interesses mercadológicos e técnicos. O artigo conclui enfatizando a necessidade de um equilíbrio cuidadoso entre inovação e humanização, e sugere agendas futuras de pesquisa para aprofundar o entendimento dos impactos socioculturais dessa transformação educacional.

Palavras-chave: Educação 4.0. Tecnologias Digitais. Competências Digitais. Inclusão Digital. Formação Docente.

ABSTRACT

This article offers a critical analysis of Education 4.0, addressing its concepts, foundations, and challenges from an integrative perspective. Initially, it contextualizes Education 4.0 within the context of Industry 4.0 and digital culture, highlighting the ambivalence between pedagogical innovation and risks to the human dimension of education. The methodology adopted, an integrative literature review, ensured the necessary breadth to understand multiple facets of the phenomenon. The text details the pedagogical potential of emerging technologies, such as artificial intelligence and augmented reality, and the importance of active methodologies and personalized learning for the development of 21st-century skills. It also discusses the essential digital skills for students and teachers, emphasizing the importance of continuing education that articulates technical, critical, and ethical aspects. It explores inequalities in access to technological infrastructure, demonstrating that "digital inclusion" needs to go beyond the mere provision of devices to be defined as social justice. The article also addresses risks associated with technological dependence, information overload, and the commodification of education, which threaten the mental health of those involved and the autonomy of the educational project. Finally, it proposes that Education 4.0 will be a pedagogical revolution with robust public policies, an integrated curriculum, ethical data governance, and qualified teacher training, while it will become a threat when dominated by market and technical interests. The article concludes by emphasizing the need for a careful balance between innovation and humanization, and suggests future research agendas to deepen the understanding of the sociocultural impacts of this educational transformation.

Keywords: Education 4.0. Digital Technologies. Digital Skills. Digital Inclusion. Teacher Training.

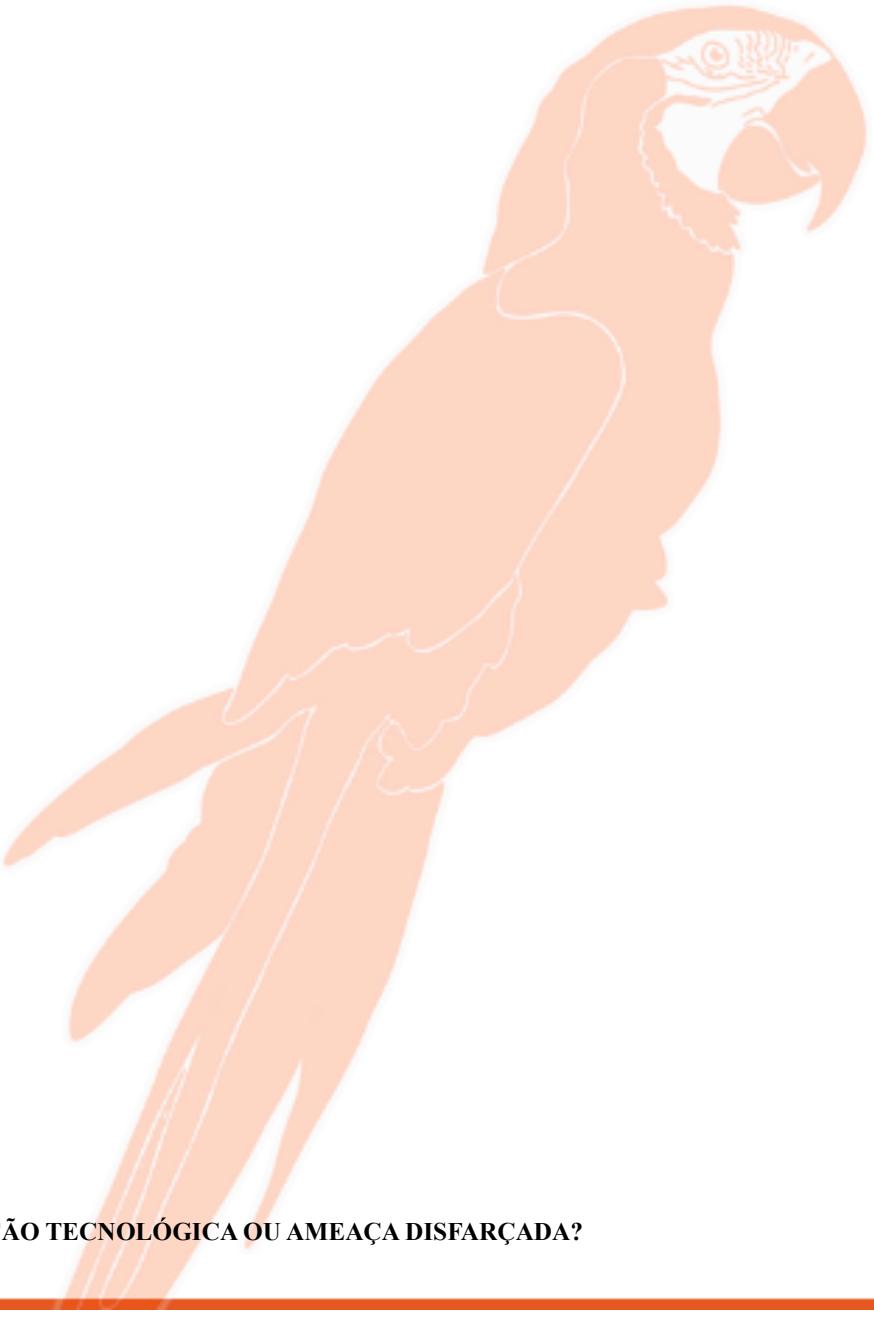
RESUMEN

Este artículo ofrece un análisis crítico de la Educación 4.0, abordando sus conceptos, fundamentos y desafíos desde una perspectiva integradora. Inicialmente, contextualiza la Educación 4.0 en el contexto de la Industria 4.0 y la cultura digital, destacando la ambivalencia entre la innovación pedagógica y los riesgos para la dimensión humana de la educación. La metodología adoptada, una revisión bibliográfica integradora, garantizó la amplitud necesaria para comprender las múltiples facetas del fenómeno. El texto detalla el potencial pedagógico de las tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y la realidad aumentada, y la importancia de las metodologías activas y el aprendizaje personalizado para el desarrollo de las competencias del siglo XXI. También analiza las competencias digitales esenciales para estudiantes y docentes, enfatizando la importancia de una formación continua que articule aspectos técnicos, críticos y éticos. Explora las desigualdades en el acceso a la infraestructura tecnológica, demostrando que la «inclusión digital» debe ir más allá de la mera



provisión de dispositivos para definirse como justicia social. El artículo también aborda los riesgos asociados a la dependencia tecnológica, la sobrecarga de información y la mercantilización de la educación, que amenazan la salud mental de los participantes y la autonomía del proyecto educativo. Finalmente, propone que la Educación 4.0 será una revolución pedagógica con políticas públicas sólidas, un currículo integrado, una gobernanza ética de datos y una formación docente cualificada, mientras que se convertirá en una amenaza cuando esté dominada por intereses comerciales y técnicos. El artículo concluye enfatizando la necesidad de un equilibrio cuidadoso entre innovación y humanización, y sugiere futuras agendas de investigación para profundizar en la comprensión de los impactos socioculturales de esta transformación educativa.

Palabras clave: Educación 4.0. Tecnologías Digitales. Competencias Digitales. Inclusión Digital. Formación Docente.





1 INTRODUÇÃO

A Educação 4.0 emerge como expressão educacional da Indústria 4.0, inserida em um contexto de intensa transformação digital, automatização de processos, expansão de dados em escala massiva e integração entre mundos físico e virtual por meio de tecnologias inteligentes. Nesse cenário, a escola e as instituições formadoras passam a ser pressionadas a atualizar currículos, metodologias e formas de avaliação para responder a um ambiente social e produtivo marcado por conectividade permanente, plataformas digitais, inteligência artificial e novas exigências de competências. Ao mesmo tempo, cresce o discurso de que a educação deve preparar sujeitos “adaptáveis” a um mercado volátil, orientado por inovação e desempenho, fazendo com que reflitamos profundamente sobre os novos papéis da aprendizagem formal.

É nesse contexto que se consolida a noção de Educação 4.0 como proposta de alinhamento entre processos educativos e a chamada quarta revolução industrial, aproximando práticas pedagógicas de tecnologias emergentes, personalização da aprendizagem e metodologias ativas mediadas digitalmente. As promessas incluem aulas mais dinâmicas, experiências imersivas, *feedback* em tempo real e trajetórias formativas flexíveis, articuladas a competências como criatividade, colaboração, resolução de problemas complexos e fluência digital. No entanto, ao lado desse potencial inovador, surgem questionamentos sobre a direção e os sentidos dessa transformação: a quem serve essa modernização? Ela amplia direitos educacionais ou reforça lógicas de mercado e de controle?

Diante desse quadro, o problema de pesquisa que orienta o artigo pode ser formulado em termos da ambivalência constitutiva da Educação 4.0: em que medida a difusão de tecnologias digitais avançadas no campo educacional se configura como uma revolução tecnológica capaz de qualificar a aprendizagem e democratizar oportunidades e em que medida pode operar como ameaça disfarçada, aprofundando desigualdades, fragilizando o trabalho docente e impactando negativamente dimensões humanas do processo educativo? A questão norteadora sintetiza essa tensão: “A Educação 4.0 representa efetivamente uma revolução pedagógico-tecnológica ou constitui uma ameaça disfarçada ao projeto de educação crítica, inclusiva e humanizadora?”.

A justificativa para o estudo reside no fato de que a Educação 4.0 vem se tornando um discurso hegemônico em políticas, documentos institucionais e formações, frequentemente associado à ideia de inevitabilidade tecnológica e de modernização necessária. Esse movimento influencia decisões sobre investimentos em infraestrutura, programas de formação docente, desenho curricular e avaliação, ao mesmo tempo que convive com realidades escolares marcadas por precarização, desigual acesso às tecnologias, sobrecarga de trabalho e desafios relacionados à saúde mental de estudantes e professores. Discutir criticamente esse cenário é relevante para evitar tanto o tecnicismo acrítico quanto o alarmismo, produzindo uma análise equilibrada sobre potencialidades e riscos.



O artigo tem como objetivo geral analisar criticamente a Educação 4.0 como fenômeno educacional situado na Indústria 4.0 e na cultura digital, examinando seus fundamentos, promessas e contradições à luz da literatura recente. Como objetivos específicos, pretende: explicitar os principais conceitos, discursos e pressupostos associados à Educação 4.0; mapear evidências sobre impactos de tecnologias emergentes nos processos de ensino e aprendizagem; problematizar implicações para a formação e atuação docente; discutir efeitos sobre inclusão, desigualdade e justiça social; apontar riscos e ambivalências que podem converter a “revolução” em ameaça ao caráter humanizador da educação e propor princípios orientadores para uma integração mais crítica e equilibrada das tecnologias na escola.

Em termos de organização, o texto inicia com esta introdução, que situa o problema, apresenta a questão norteadora e explicita a relevância do estudo. Em seguida, descreve os procedimentos metodológicos da revisão bibliográfica, indicando critérios de seleção, recorte temporal e estratégia de análise. O segundo capítulo discute conceitos, fundamentos e promessas da Educação 4.0, articulando-os ao contexto da Indústria 4.0 e da cultura digital. O terceiro capítulo aborda a formação docente e as competências digitais requeridas na era 4.0, destacando desafios e possibilidades. O quarto capítulo trata dos eixos da inclusão, das desigualdades e dos riscos associados ao uso intensivo de tecnologias, incluindo aspectos de saúde, bem-estar e justiça social. O quinto capítulo aprofunda a discussão sobre riscos, ambivalências e efeitos colaterais, explorando tensões entre inovação e mercantilização, entre eficiência técnica e formação integral. O sexto capítulo retoma a questão “revolução tecnológica ou ameaça disfarçada?”, sintetiza os principais achados da revisão e apresenta caminhos para uma Educação 4.0 mais humanizada, crítica e comprometida com a democratização do direito à educação. Conclui-se o artigo em seu oitavo capítulo, com as considerações finais.

Quanto aos procedimentos metodológicos adotados na elaboração desta revisão, eles foram definidos com o intuito de oferecer uma visão ampla, atual e crítica sobre o fenômeno da Educação 4.0, articulando produções teóricas e empíricas da área de educação e tecnologias. Optou-se por uma revisão de literatura de caráter predominantemente integrativo, modalidade que permite reunir e sintetizar estudos com diferentes abordagens metodológicas, visando à compreensão ampliada de um tema tão complexo quanto o tratado neste estudo. A busca bibliográfica concentrou-se em bases de dados amplamente utilizadas em pesquisas em educação e ciências humanas, tais como SciELO, Portal de Periódicos da CAPES, ERIC, Scopus, Web of Science e Google Scholar, além de periódicos especializados em educação e tecnologias educacionais acessíveis por meio de repositórios institucionais.



2 EDUCAÇÃO 4.0: CONCEITOS, FUNDAMENTOS E PROMESSAS

A discussão sobre Educação 4.0 insere-se em um contexto de profundas transformações tecnológicas, econômicas e culturais associadas à Indústria 4.0 e à expansão da cultura digital em escala global. Ao mesmo tempo em que se anunciam possibilidades de inovação, personalização da aprendizagem e desenvolvimento de novas competências, crescem também as tensões em torno das finalidades educativas, da formação para o trabalho e dos impactos subjetivos e sociais desse processo. Compreender conceitos, fundamentos e promessas da Educação 4.0 é, portanto, condição para avaliar criticamente se essa agenda representa uma efetiva renovação pedagógica ou se tende a reforçar lógicas de controle e adaptação a um mercado altamente automatizado.

Neste sentido, percebe-se que o cenário educacional foi profundamente afetado pelas muitas mudanças trazidas pela era digital. As tecnologias digitais trazem o poder de criar novas oportunidades de aprendizado, mas também demandam que os estudantes desenvolvam determinadas competências e habilidades. Essas competências ultrapassam o saber acadêmico convencional e têm como objetivo auxiliar os estudantes a lidar com os obstáculos do século 21 e a se sobressair em um mundo cada vez mais tecnológico e global. Nesse contexto, emerge o conceito de educação 4.0, que se caracteriza pela incorporação da tecnologia digital em todos os aspectos da educação, desde as salas de aula até as plataformas de aprendizado online (Costa Júnior, 2024).

É quando surge o conceito de Educação 4.0 que tem sido apresentado como desdobramento educacional da Indústria 4.0, entendida como a quarta revolução industrial marcada pela integração de sistemas ciberfísicos, internet das coisas, automação avançada e uso intensivo de dados em tempo real (Schwab, 2016; Silva; Olave, 2020). Nesse quadro, a Educação 4.0 designa propostas de ensino que articulam tecnologias digitais emergentes, reorganização curricular e desenvolvimento de competências consideradas centrais para o século XXI, como pensamento crítico, criatividade, colaboração, resolução de problemas complexos e alfabetização digital (Leonel *et.al.*, 2022). Tais propostas dialogam com a ideia de que a educação deve preparar sujeitos para atuar em uma sociedade conectada, globalizada e altamente mediada por dados, aproximando o discurso pedagógico de agendas formuladas por organismos internacionais e pelo próprio campo empresarial.

A relação entre Educação 4.0 e Indústria 4.0 aparece de modo explícito em estudos que analisam a formação para áreas técnicas e de engenharia, nos quais se destaca a necessidade de articular conhecimentos científicos e tecnológicos a competências socioemocionais e de inovação. Nessa perspectiva, a escola e a universidade são interpeladas a desenvolver currículos que dialoguem com novas formas de organização do trabalho, incorporando projetos, desafios reais, uso de dados e interação com ambientes produtivos. Ao mesmo tempo, autores críticos alertam para o risco de reduzir a educação a instrumento de adequação às demandas do capital, ao enfatizar competências



funcionalistas e adaptativas em detrimento de uma formação integral, histórica e politicamente situada (Frigotto, 2010; Penna *et al.*, 2022).

No plano pedagógico, a Educação 4.0 é frequentemente associada a metodologias ativas, como aprendizagem baseada em problemas, projetos, sala de aula invertida, gamificação e atividades colaborativas em rede, que buscam deslocar o estudante de uma posição passiva para um papel de maior protagonismo (Bacich; Moran, 2018; Berbel, 2011). A personalização da aprendizagem, impulsionada por ambientes virtuais, sistemas adaptativos e uso de dados educacionais, aparece como promessa de ajustar o ensino ao ritmo, aos interesses e às necessidades de cada estudante, articulando-se à cultura digital na qual crianças, jovens e adultos já se encontram imersos (Coll; Monereo, 2010; Kenski, 2012). Essa cultura digital envolve práticas cotidianas de interação em redes sociais, produção colaborativa de conteúdos, circulação de informações em múltiplas linguagens e telas, o que redefine o modo como se aprende dentro e fora da escola.

Entre os potenciais pedagógicos apontados para as tecnologias associadas à Educação 4.0, destacam-se a inteligência artificial (IA), a realidade aumentada (RA), o big data educacional e as plataformas digitais de aprendizagem. Sistemas de IA têm sido explorados para apoiar a personalização do ensino, por meio de tutores inteligentes, análises de desempenho em tempo real e recomendações de recursos formativos ajustados ao perfil do estudante, o que pode contribuir para *feedback* mais imediato e intervenções pedagógicas mais precisas (Holmes; Bialik; Fadel, 2019; Luckin, 2018). Tecnologias de RA e de realidade virtual possibilitam experiências imersivas, simulações e visualizações complexas, ampliando oportunidades de exploração prática e interdisciplinar em áreas como ciências, engenharia, saúde e artes.

O uso de big data e analytics em educação é apresentado como caminho para identificar padrões de aprendizagem, prever riscos de evasão, monitorar engajamento e apoiar decisões pedagógicas e de gestão, especialmente em ambientes de educação online e híbrida (Siemens, 2013; Gasevic; Dawson; Jovanovic, 2016). Plataformas digitais, por sua vez, criam ecossistemas em que estudantes e professores podem interagir de forma síncrona e assíncrona, compartilhar recursos, desenvolver projetos colaborativos e flexibilizar tempos e espaços de estudo, deslocando parcialmente a centralidade da sala de aula física (Moran, 2012; Kenski, 2012). Em conjunto, essas tecnologias são frequentemente apresentadas como instrumentos de inovação pedagógica, expansão de oportunidades de aprendizagem e construção de trajetórias formativas mais flexíveis, ainda que carreguem ambivalências e riscos que precisam ser problematizados em outros momentos do artigo.

3 COMPETÊNCIAS DIGITAIS E FORMAÇÃO DOCENTE NA ERA 4.0

As tecnologias evoluíram muito nos últimos anos, alterando profundamente as maneiras como nos comunicamos, produzimos e acessamos informações, além de transformar a sociedade como a



conhecemos. Portanto, a educação precisará se adaptar e incorporar novas ferramentas para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem. Embora a tecnologia possa ser uma ferramenta valiosa para os educadores, eles precisam ter habilidades técnicas adequadas para usá-la de maneira eficaz. Essas competências tecnológicas englobam o domínio de computadores, software e hardware, sendo fundamentais para que os docentes utilizem a tecnologia em sala de aula (Costa Júnior *et al.*, 2023).

A era da Educação 4.0 impõe desafios significativos ao desenvolvimento das competências digitais e à formação docente, elementos cruciais para articular tecnologia e pedagogia de forma efetiva. O amadurecimento dessas competências, que transcendem o uso técnico de ferramentas digitais, envolve também dimensões críticas e éticas fundamentais para a atuação docente e o protagonismo estudantil em ambientes mediados digitalmente. Tornar-se competente digitalmente implica dominar habilidades técnicas de operação, segurança e solução de problemas, mas também desenvolver compreensão crítica do impacto social das tecnologias e engajamento ético na produção e uso de informações.

As competências digitais requeridas de estudantes e professores podem ser organizadas em três dimensões complementares: habilidades técnicas básicas, como manipulação de equipamentos e *software*; competências críticas, que envolvem análise, avaliação e reflexão sobre conteúdos digitais; e aspectos éticos relacionados ao uso responsável, à privacidade e à cidadania digital. Enquanto estudantes precisam desenvolver autonomia para buscar, organizar e compartilhar conhecimento digitalmente, professores devem integrar essas práticas ao trabalho pedagógico, mediando o uso da tecnologia e promovendo ambientes inclusivos e colaborativos. A literacia digital, nesse sentido, opera não só no plano instrumental, mas também na formação de sujeitos críticos e éticos na cultura digital.

A formação inicial e continuada dos professores para o uso pedagógico das tecnologias digitais configura-se como fator decisivo para superar a mera adaptação técnica e promover inovações educativas de qualidade. Modelos de capacitação que combinam teoria e prática, articulam metodologias ativas e propiciam desenvolvimento reflexivo têm se mostrado mais eficazes. Programas baseados em referência como o TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) enfatizam a integração harmônica entre conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e de conteúdo, destacando a necessidade de contextualização das tecnologias no currículo e nas práticas docentes.

Além disso, as condições institucionais e culturais exercem influência significativa no sucesso da formação docente, incluindo políticas educacionais adequadas, infraestrutura tecnológica, suporte técnico e tempo para experimentação e colaboração entre pares. A cultura escolar deve valorizar o profissional docente enquanto agente protagonista da inovação, investindo em processos de desenvolvimento contínuo que promovam resiliência e capacidade de inovação diante das rápidas transformações tecnológicas.



4 INCLUSÃO, DESIGUALDADES E JUSTIÇA SOCIAL EM NOVOS TEMPOS

A incorporação acelerada das tecnologias digitais no contexto da Educação 4.0 traz à tona desafios cruciais relacionados à inclusão, desigualdades e justiça social. Embora as tecnologias ofereçam potencial para ampliar o acesso ao conhecimento e diversificar as formas de aprendizagem, evidenciam também disparidades estruturais que remetem a desigualdades históricas e sociais, colocando em risco a efetivação do direito à educação para todos. O discurso da inclusão digital, quando desvinculado de políticas públicas integradas e sensíveis às dimensões socioeconômicas, culturais e pedagógicas, pode se converter em mera “inclusão técnica”, que não resolve as desigualdades nem promove justiça social.

A desigualdade de acesso a equipamentos, infraestrutura adequada e a uma conectividade de qualidade continua sendo um dos principais obstáculos para a democratização plena da Educação 4.0. Estudantes de regiões periféricas, escolas públicas em áreas rurais ou urbanas vulneráveis e famílias em situação de vulnerabilidade econômica enfrentam dificuldades para usufruir dos benefícios das tecnologias digitais, aprofundando uma brecha que já separa realidades educacionais muito distintas. Essa exclusão tecnológica tem impactos diretos não só no acesso aos conteúdos digitalizados e plataformas, mas na possibilidade de participação ativa em processos de aprendizagem colaborativa, avaliação formativa e desenvolvimento de competências digitais críticas. A mera provisão de dispositivos por si só não garante inclusão, sendo necessário um conjunto articulado de políticas públicas que contemple formação docente, sustentabilidade das redes e mediação pedagógica.

No âmbito da educação inclusiva, a Educação 4.0 deve enfrentar o desafio de garantir acesso e aprendizagem para grupos vulneráveis, como alunos com deficiências, estudantes em contextos de privação socioeconômica, populações negras, indígenas e quilombolas, entre outros. A tecnologia pode oferecer recursos de acessibilidade e personalização que favorecem a equidade, mas isso depende de um projeto educacional que considere as especificidades culturais e sociais desses grupos, adotando métodos pedagógicos inclusivos e sensibilizados. Além disso, o uso de tecnologias digitais no ambiente escolar expõe estudantes e professores a dinâmicas complexas de poder, como a violência digital, o assédio online e a exclusão simbólica, que desafiam a construção de uma cultura democrática e solidária nas escolas.

Por outro lado, a tecnologia proporciona recursos para indivíduos com problemas de comunicação, como pessoas autistas, facilitando a interação e a expressão de pensamentos. No contexto educacional, a tecnologia se sobressai ao possibilitar uma metodologia de ensino mais inclusiva e personalizada, fornecendo suporte para diversos estilos de aprendizagem. Entretanto, obstáculos como a ausência de uma infraestrutura adequada e barreiras financeiras ainda existem, impedindo a inclusão digital completa (Freire *et al.*, 2023).



A promoção de uma cidadania crítica na cultura digital escolar tem sido apontada como estratégia central para enfrentar tais desafios, ao potencializar o protagonismo dos educandos, desenvolver habilidades de reflexão ética sobre o uso das tecnologias e fortalecer a participação ativa em espaços digitais de forma segura e responsável. A formação para a democracia digital passa a ser tão fundamental quanto o acesso tecnológico, constituindo um eixo para a construção de justiça social no âmbito da Educação 4.0, que rompe com a ideia de inclusão meramente técnica e incorpora dimensões culturais, políticas e pedagógicas no processo educativo.

5 RISCOS, AMBIVALENCIAS E EFEITOS COLATERAIS

A Educação 4.0, apesar do seu potencial transformador, não está isenta de riscos, ambivalências e efeitos colaterais que merecem reflexão crítica. O uso intensivo de tecnologias digitais impõe desafios ao cuidado com as dimensões psicológicas, pedagógicas e sociais do processo educativo, indo além da simples adoção instrumental. As tensões emergem da relação entre eficiência técnica, sempre buscada pela inovação digital, e a necessidade de preservar uma formação integral, que considere o sujeito em sua totalidade, incluindo seu bem-estar e desenvolvimento crítico.

Um dos riscos mais evidentes da Educação 4.0 está na dependência tecnológica crescente, que pode levar à sobrecarga informacional, fragmentação da atenção e desgaste cognitivo e emocional de estudantes e professores. A multimidialidade, o excesso de estímulos e a pressão por respostas rápidas podem afetar negativamente a concentração e a capacidade de reflexão profunda, essenciais para a aprendizagem significativa. Além disso, há impactos diretos na saúde mental, com o aumento de ansiedade, estresse e fadiga digital, fatores que comprometem a relação pedagógica e a qualidade do ensino. Esses aspectos apontam para uma necessária renegociação do ritmo e das modalidades de uso da tecnologia na educação, que preserve espaços de desplugue e reflexão.

Outro campo de preocupação refere-se à mercantilização da educação no contexto da Educação 4.0, marcada pela captura massiva de dados educacionais e pela lógica de competências voltadas prioritariamente para o mercado de trabalho. Observa-se a tendência de que espaços educacionais, instrumentos e processos pedagógicos sejam submetidos a rationalidades neoliberais, orientadas por eficiência, produtividade e empregabilidade, em detrimento da formação crítica, cidadã e emancipatória. A coleta e monetização de dados dos estudantes levantam questões éticas e de privacidade que ainda carecem de regulação adequada, configurando potencial colonização dos espaços educativos por interesses comerciais.

Essa subordinação do trabalho educativo às demandas do mercado redefine relações entre saber, poder e autonomia, enfatizando a formação de capital humano adaptável aos contextos econômicos voláteis e competitivos, o que pode gerar precarização do trabalho docente e desvalorização das dimensões socioemocionais do processo educativo.



Selwyn (2017, p. 87-88) também avalia que,

Infelizmente, muito da discussão recente em torno da Educação e Tecnologia tem sido lamentavelmente frágil. A pesquisa acadêmica na área é frustrantemente pobre, e grande parte da evidência dos benefícios e riscos do uso da tecnologia carece de possibilidades de generalização e de rigor. Discussões tanto entre leigos quanto entre especialistas ainda tendem a ser desesperadamente otimistas ou distópicas. Discussões objetivas são frequentemente enfraquecidas por um desejo comprehensível de educadores de melhorar a educação usando qualquer meio possível. O imperativo de reformar a educação para uma era de mudança tecnológica e demográfica (INSTITUTE OF DIRECTORS, 2016) é repetido ad infinitum por formuladores de políticas e empresários [...].

Assim, é necessária uma análise crítica que não se limite a celebrar a Educação 4.0 como inovação tecnológica, mas que incorpore a vigilância dos riscos e das tensões que a atravessam, propondo práticas educativas que equilibrem tecnologia, ética e humanização.

6 ENTRE A REVOLUÇÃO E A AMEAÇA

A Educação 4.0 representa um campo de tensões entre potencialidades revolucionárias e ameaças concretas ao projeto educativo humanizador. A revolução pedagógica se faz presente na medida em que tecnologias digitais, como inteligência artificial, *big data*, realidade aumentada e plataformas digitais, possibilitam personalização da aprendizagem, flexibilização de tempos e espaços, metodologias ativas e protagonismo do estudante. Essas condições favorecem a inovação curricular, o desenvolvimento de competências complexas e a aprendizagem colaborativa, ampliando o alcance e a diversidade das experiências formativas. Por outro lado, a Educação 4.0 pode se converter em ameaça sempre que sua implementação se limitar a uma lógica meramente técnica, mercadológica ou de controle, sem diálogo com o projeto democrático, inclusivo e ético da educação. Isso ocorre quando as desigualdades sociais são aprofundadas, a formação docente negligenciada, a saúde mental dos envolvidos desprezada e a dimensão crítica do currículo eclipsada.

O equilíbrio entre esses polos depende de condições concretas que envolvem políticas públicas efetivas, desenho curricular coerente, governança ética de dados e formação docente contínua e qualificada. Políticas públicas devem garantir infraestrutura adequada, conectividade universal e sustentada, além de programas robustos de formação e valorização dos professores, reconhecendo seu protagonismo e autonomia. O desenho curricular precisa integrar as tecnologias de forma crítica, articulando competências digitais com habilidades socioemocionais e saberes humanísticos, garantindo que a inovação pedagógica não substitua nem fragilize o trabalho reflexivo e relacional da escola. A governança dos dados educacionais deve respeitar a privacidade, a segurança e o princípio de soberania digital, prevenindo a captura comercial e o uso abusivo das informações pessoais. A formação docente precisa ser contínua, contextualizada, centrada no desenvolvimento de competências



técnicas, pedagógicas e éticas, habilitando o professor a mediar e problematizar o uso das tecnologias no processo educativo.

Sob essa perspectiva, recomenda-se uma agenda crítica e pragmática para uma Educação 4.0 humanizada que incorpore princípios de equidade, participação e sustentabilidade social e ambiental nas políticas e práticas educacionais; desenho curricular flexível, interdisciplinar e inclusivo, que articule tecnologias digitais a metodologias que promovam autonomia e pensamento crítico; governança democrática e transparente dos dados educacionais, com regulação que proteja direitos e evite mercantilização excessiva; investimentos em formação inicial e continuada, com valorização do papel do professor como mediador crítico e agente de inovação social; e estímulo à pesquisa interdisciplinar e de campo que aprofunde impactos das tecnologias na aprendizagem, saúde mental e desigualdades educacionais, orientada por valores éticos e democráticos.

Estes caminhos podem contribuir para que a Educação 4.0 se consolide como uma revolução pedagógica autêntica e responsável, mitigando riscos e ampliando oportunidades de uma educação de qualidade, crítica e humana, em diálogo com os desafios do século XXI.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aqui sintetiza-se os principais pontos abordados em cada capítulo, refletindo sobre os desafios e oportunidades da Educação 4.0, a fim de fundamentar uma visão crítica e pragmática sobre seu papel no cenário educativo contemporâneo.

Inicialmente foi apresentada a contextualização da Educação 4.0 no panorama da Indústria 4.0 e da cultura digital, destacando a tensão entre as promessas de inovação tecnológica e os riscos de perda da dimensão humana no ensino. Em seguida buscou-se elucidar os conceitos, fundamentos e promessas da Educação 4.0, enfatizando o papel das tecnologias digitais emergentes, das competências do século XXI, das metodologias ativas e da personalização da aprendizagem.

No capítulo seguinte discutiu-se a importância das competências digitais e da formação docente contínua e qualificada, ressaltando a complexidade das habilidades técnicas, críticas e éticas que alunos e professores precisam desenvolver. O quarto capítulo abordou a dimensão da inclusão, desigualdades e justiça social, mostrando que o acesso à tecnologia sem políticas integradas e sensíveis às diversidades pode agravar exclusões e demandar uma educação digitalmente crítica e cidadã. O quinto capítulo focou nos riscos e ambivalências da Educação 4.0, como a dependência tecnológica, os impactos sobre a saúde mental e a mercantilização da educação, ressaltando a necessidade de uma reflexão ética e humanizadora. Já o sétimo capítulo promoveu uma síntese crítica, apontando que a Educação 4.0 pode representar uma revolução pedagógica quando mediada por políticas públicas eficientes, currículo integrado, governança ética dos dados e uma formação docente robusta, mas que



se torna ameaça quando limitada à lógica mercadológica e tecnicista. Como conclusão, são apresentadas as considerações finais.

A reflexão final do artigo ressalta que a incorporação das tecnologias na educação deve ser pautada por um equilíbrio delicado entre inovação e cuidado, entre eficiência técnica e formação integral, entre inclusão digital e justiça social. Para tanto, é fundamental que educadores, gestores e formuladores de políticas adotem uma perspectiva crítica e contextualizada, promovendo práticas pedagógicas inclusivas, éticas e comprometidas com o desenvolvimento pleno dos sujeitos. O futuro da Educação 4.0 depende, portanto, da capacidade coletiva de construir e sustentar espaços educativos que integrem tecnologia, humanização e democracia, contribuindo para a formação de cidadãos críticos, criativos e solidários na era digital.

Finalmente, o artigo sugere o aprofundamento das pesquisas sobre os efeitos da Educação 4.0 em contextos diversos, especialmente focando nos impactos sobre a saúde mental, o enfrentamento das desigualdades digitais e as consequências mais amplas da governança de dados educacionais, orientando assim a construção de políticas e práticas mais justas e eficazes para o século XXI.



REFERÊNCIAS

BACICH, L.; MORAN, J. M. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. Semina: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/10326>. Acesso em: 28 nov. 2025.

COLL, C.; MONEREO, C. (org.). Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação. Porto Alegre: Artmed, 2010.

COSTA JÚNIOR, J. F. Educação 4.0: Competências e habilidades do professor na era digital. Tembikuaty Rekávo (TAR): Ciencia, Tecnología Y Educación UTIC, v. 2, n.1, 223-252. 2023. Disponível em <https://www.uticvirtual.edu.py/revista.tembikuatyrekavo/index.php/revistas/article/view/23>. Acesso em: 02 out. 2025.

COSTA JÚNIOR, J. F. et al, O professor do futuro: habilidades e competências necessárias para atuar em uma sociedade em mudança. RECHSO - Revista Educação, Humanidades e Ciências Sociais, V. 07. N.13, p. 01–19, 2023. DOI: 10.55470/rechso.00072. Disponível em: <https://periodicos.educacaotransversal.com.br/index.php/rechso/article/view/72>. Acesso em: 03 nov. 2025.

FREIRE, K. M. de A. et al. O uso da tecnologia na construção de ambientes de aprendizagem colaborativos e inclusivos. Revista Internacional de Estudos Científicos, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 51–70, 2023. DOI: 10.61571/riec.v1i2.118. Disponível em: <https://periodicos.educacaotransversal.com.br/index.php/riec/article/view/118>. Acesso em: 03 nov. 2025.

FRIGOTTO, G. A produtividade da escola improdutiva: um (re)exame das relações entre educação e estrutura econômico-social capitalista. 9. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

GASEVIC, D.; DAWSON, S.; JOVANOVIC, J. Ethics and privacy as enablers of learning analytics. Journal of Learning Analytics, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 1-4, 2016. Disponível em: <https://learning-analytics.info/index.php/JLA/article/view/4956>. Acesso em: 28 nov. 2025.

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

KENSKI, V. M. Tecnologias e ensino presencial e a distância. 9. ed. Campinas: Papirus, 2012.

LEONEL, A. S. et al. CONSOLIDAÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO 4.0 E SUAS REPERCURSÕES NO SÉCULO XXI . Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 8, n. 5, p. 223–232, 2022. DOI: 10.51891/rease.v8i5.5504. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/5504>. Acesso em: 28 nov. 2025.

LUCKIN, R. Machine learning and human intelligence: the future of education for the 21st century. London: UCL IOE Press, 2018.

MORAN, J. M. A educação que desejamos: Novos desafios e como chegar lá. 5º ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.



PENNA, A. M. et al. Império das competências: nada de novo no projeto do capital para a chamada educação do século XXI. A busca do antídoto para o seu próprio veneno?. *Germinal: marxismo e educação em debate*, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 189–218, 2022. DOI: 10.9771/gmed.v14i3.51311. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/revistagerminal/article/view/51311>. Acesso em: 28 nov. 2025.

SCHWAB, K. *A quarta revolução industrial*. São Paulo: Edipro, 2016.

SELWYN, N. Educação e Tecnologia: questões críticas. In: FERREIRA, G. M. S.; ROSADO, L. A. S.; CARVALHO, J. S. (Org.). *Educação e Tecnologia: abordagens críticas*. Rosado; Carvalho. Rio de Janeiro: SESES, 2017. p. 85-103.

SIEMENS, G. Learning analytics: the emergence of a discipline. *American Behavioral Scientist*, v. 57, n. 10, p. 1380-1400, 2013.

SILVA, M. R. dos S. da; OLAVE, M. E. L. CONTRIBUIÇÕES DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS ASSOCIADAS À INDÚSTRIA 4.0 PARA A FORMAÇÃO PROFISSIONAL. *Revista Gestão e Desenvolvimento*, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 82–110, 2020. DOI: 10.25112/rgd.v17i2.2047. Disponível em: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistagestaoedesenvolvimento/article/view/2047>. Acesso em: 28 nov. 2025.

