

DESIGN SCIENCE RESEARCH E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO: PRINCÍPIOS PARA O DESENVOLVIMENTO E A AVALIAÇÃO DE ARTEFATOS EDUCACIONAIS INTELIGENTES

DESIGN SCIENCE RESEARCH AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION: PRINCIPLES FOR THE DEVELOPMENT AND EVALUATION OF INTELLIGENT EDUCATIONAL ARTIFACTS

Joice Marisa Görgen Junqueira¹
Janete de Souza Carneiro Athayde²
Luciano João da Silva³
Johann Early Torres de Alcântara⁴

RESUMO: A expansão da Inteligência Artificial (IA) no campo educacional tem impulsionado o desenvolvimento de sistemas, plataformas, ambientes adaptativos e outros artefatos capazes de apoiar processos de ensino, aprendizagem, gestão e produção do conhecimento. Entretanto, a incorporação de funcionalidades inteligentes, por si só, não assegura relevância educacional, rigor científico ou adequação ética das soluções produzidas. Nesse cenário, o Design Science Research (DSR) apresenta-se como uma abordagem particularmente pertinente por articular a identificação de problemas reais, a construção de artefatos, sua avaliação sistemática e a produção de conhecimento científico decorrente do processo de design. Este artigo tem como objetivo sistematizar princípios teórico-metodológicos capazes de orientar o desenvolvimento e a avaliação de artefatos educacionais inteligentes fundamentados na articulação entre DSR e IA. Metodologicamente, caracteriza-se como um estudo qualitativo, de natureza teórico-bibliográfica e documental, construído a partir da análise de produções sobre Design Science, DSR, tecnologias educacionais e Inteligência Artificial na Educação, estabelecendo também diálogo analítico com uma experiência anterior de pesquisa aplicada desenvolvida no âmbito da pós-graduação. Como resultado da articulação teórica, são propostos oito princípios: relevância contextual; rigor teórico-metodológico; intencionalidade educacional; participação dos usuários e iteratividade; integração interdisciplinar; avaliação multidimensional; ética, transparência e governança de dados; e documentação, aprendizagem e evolução contínua. Defende-se que artefatos educacionais inteligentes não devem ser avaliados apenas pelo desempenho técnico, mas por sua capacidade de responder a problemas educacionais concretos, produzir valor pedagógico e institucional e preservar a centralidade humana nos processos mediados por IA. Conclui-se que a aproximação entre DSR e IA amplia as possibilidades de uma pesquisa educacional simultaneamente projetual, científica, crítica e comprometida com a transformação responsável das práticas educacionais.

1

Palavras-chave: Design Science Research. Inteligência Artificial. Artefatos educacionais inteligentes. Inovação educacional. avaliação.

¹Mestra em Educação Unilasalle - Canoas/RS.

²Mestra em Práticas TransCulturais, UNIFACVEST, Lages - SC.

³Mestre em Ensino das Ciências AmbientaisPROFCIAMB/UFPE.

⁴Especialização IFPB João Pessoa -PB.

ABSTRACT: The expansion of Artificial Intelligence (AI) in education has fostered the development of systems, platforms, adaptive environments, and other artifacts capable of supporting teaching, learning, management, and knowledge production processes. However, the incorporation of intelligent functionalities alone does not ensure educational relevance, scientific rigor, or the ethical adequacy of the solutions developed. In this context, Design Science Research (DSR) emerges as a particularly relevant approach because it connects the identification of real-world problems, artifact design, systematic evaluation, and the production of scientific knowledge derived from the design process. This article aims to systematize theoretical and methodological principles capable of guiding the development and evaluation of intelligent educational artifacts grounded in the articulation between DSR and AI. Methodologically, this is a qualitative, theoretical-bibliographic, and documentary study based on the analysis of publications on Design Science, DSR, educational technologies, and Artificial Intelligence in Education, while also establishing an analytical dialogue with a previous applied research experience conducted in the context of graduate education. As a result of the theoretical articulation, eight principles are proposed: contextual relevance; theoretical and methodological rigor; educational intentionality; user participation and iterativity; interdisciplinary integration; multidimensional evaluation; ethics, transparency, and data governance; and documentation, learning, and continuous evolution. The study argues that intelligent educational artifacts should not be assessed solely on the basis of technical performance, but also according to their capacity to address concrete educational problems, generate pedagogical and institutional value, and preserve human agency in AI-mediated processes. It concludes that the convergence of DSR and AI broadens the possibilities for educational research that is simultaneously design-oriented, scientific, critical, and committed to the responsible transformation of educational practices.

Keywords: Design Science Research. Artificial Intelligence. Intelligent educational artifacts. Educational Innovation. Evaluation.

1 INTRODUÇÃO

2

A incorporação da Inteligência Artificial (IA) aos contextos educacionais vem ampliando as possibilidades de desenvolvimento de sistemas, plataformas, ambientes adaptativos, mecanismos de recomendação, ferramentas de análise de dados, tutores inteligentes e recursos generativos capazes de participar de diferentes dimensões da educação. Essas aplicações não se restringem aos processos de ensino e aprendizagem, alcançando também a gestão acadêmica, a avaliação, a organização de informações, o acompanhamento de estudantes e egressos, a produção científica e a tomada de decisão institucional. Holmes e Tuomi (2022) observam que a Inteligência Artificial na Educação constitui um campo heterogêneo, no qual diferentes concepções de tecnologia e de educação orientam distintas formas de utilização dos sistemas inteligentes.

O crescimento dessas possibilidades técnicas, entretanto, não permite compreender que a simples presença da IA torne uma solução educacional necessariamente inovadora ou adequada. A incorporação de algoritmos, modelos generativos, técnicas de aprendizagem de máquina ou mecanismos automatizados de análise não assegura, isoladamente, pertinência pedagógica, valor institucional ou capacidade de responder a problemas educacionais efetivos.

A inovação exige que a tecnologia seja examinada em relação aos sujeitos que a utilizarão, ao contexto no qual será inserida, aos objetivos que pretende alcançar e às consequências decorrentes de seu funcionamento. Nesse sentido, a UNESCO (2021; 2023) chama atenção para a necessidade de que o desenvolvimento e a utilização de sistemas de IA estejam vinculados à dignidade humana, à transparência, à equidade, à proteção dos dados e à supervisão humana.

Esse cenário coloca para a pesquisa educacional um desafio que ultrapassa a análise dos impactos de tecnologias já existentes. Se a Educação pretende também participar da concepção de soluções tecnológicas, torna-se necessário recorrer a abordagens metodológicas capazes de articular produção científica e desenvolvimento de artefatos. É nesse ponto que o Design Science Research (DSR) assume especial pertinência. Fundamentada na tradição das Ciências do Artificial, essa perspectiva desloca o pesquisador de uma posição exclusivamente descritiva ou interpretativa e incorpora uma dimensão projetual, voltada à construção, à investigação e ao aperfeiçoamento de soluções para problemas concretos.

A matriz conceitual dessa perspectiva encontra-se em Simon (1996), para quem o estudo do artificial envolve compreender como objetos e sistemas produzidos intencionalmente podem modificar situações existentes em direção a estados considerados preferíveis. Posteriormente, March e Smith (1995), Hevner et al. (2004), Hevner (2007), Peffers et al. (2007) e Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) contribuíram para consolidar a Design Science Research como abordagem capaz de integrar construção e avaliação, ambiente e base de conhecimento, relevância prática e rigor científico. Nessa perspectiva, o artefato deixa de constituir apenas um produto técnico e passa a funcionar também como meio pelo qual se produz conhecimento.

No campo educacional, essa concepção amplia significativamente as possibilidades investigativas. Pimentel, Filippo e Santos (2020) argumentam que aulas, recursos didáticos e práticas educacionais também podem ser compreendidos como artefatos intencionalmente projetados, sendo possível relacionar seu desenvolvimento à produção de conhecimento científico. Angeluci et al. (2024), ao discutirem a aplicação da DSR às tecnologias digitais na Educação, ressaltam especialmente a contribuição dos ciclos de avaliação e validação para o rigor do processo e para o aperfeiçoamento progressivo dos protótipos desenvolvidos.

Galvão, Madureira e Schneider (2024), por sua vez, evidenciam que a DSR vem sendo mobilizada para o desenvolvimento de diferentes artefatos educacionais, embora sua presença ainda possa ser ampliada nos Programas de Pós-Graduação em Educação. O estudo demonstra também que avaliação, participação de especialistas e aplicação de instrumentos junto aos

usuários constituem elementos recorrentes nas investigações analisadas. Essas evidências reforçam que a construção de um artefato não encerra a pesquisa: é necessário demonstrar, mediante critérios e procedimentos definidos, em que medida a solução apresenta utilidade, adequação e capacidade de responder ao problema que justificou sua criação.

Essa discussão dá continuidade, mas não se confunde, com estudo anterior de Junqueira e Siqueira (2026), no qual a DSR foi discutida como caminho metodológico para a inovação em Educação, articulando rigor, relevância, tecnologias digitais e possibilidades de aplicação da IA. O presente trabalho avança ao deslocar o foco da discussão geral sobre a pertinência da metodologia para uma questão mais específica: os critérios que devem orientar o desenvolvimento e a avaliação de artefatos educacionais inteligentes. Esse movimento torna-se necessário porque a incorporação da IA adiciona ao design características relacionadas à variabilidade das respostas, ao tratamento de dados, à possibilidade de vieses, à explicabilidade e à necessidade de supervisão humana.

A experiência de pesquisa desenvolvida anteriormente no âmbito do PPGE/Unilasalle também contribui para essa problematização. Na dissertação que antecede este estudo, a DSR orientou a concepção, o desenvolvimento, a demonstração e a avaliação de um artefato tecnológico destinado à organização e ao acompanhamento de informações acadêmicas. A investigação mostrou, entre outros aspectos, a importância de explicitar o estágio efetivamente alcançado pelo artefato: embora sua arquitetura previsse futura incorporação de funcionalidades avançadas de Inteligência Artificial, mecanismos automatizados de recomendação, mineração de dados e busca semântica ainda não integravam a primeira iteração funcional. Essa experiência reforça que rigor metodológico implica distinguir aquilo que o artefato efetivamente realiza daquilo que permanece como possibilidade futura de desenvolvimento.

A lacuna que orienta esta investigação encontra-se, portanto, no encontro entre dois campos que vêm avançando de forma intensa: de um lado, os fundamentos e protocolos da Design Science Research para conceber e avaliar artefatos; de outro, as exigências pedagógicas, técnicas, éticas e sociotécnicas decorrentes da utilização da Inteligência Artificial na Educação. A literatura fornece referenciais consolidados para a construção e a avaliação de artefatos e, simultaneamente, amplia as discussões sobre IA responsável; permanece, contudo, relevante aproximar esses referenciais e sistematizá-los em princípios capazes de orientar especificamente a criação de artefatos educacionais inteligentes.

Diante disso, apresenta-se a seguinte questão de pesquisa: quais princípios teórico-metodológicos podem orientar o desenvolvimento e a avaliação de artefatos educacionais inteligentes fundamentados no Design Science Research?

O objetivo geral consiste em sistematizar princípios para o desenvolvimento e a avaliação de artefatos educacionais inteligentes a partir da articulação entre Design Science Research e Inteligência Artificial na Educação. Para alcançar esse propósito, busca-se discutir os fundamentos epistemológicos e metodológicos da DSR; delimitar o conceito de artefato educacional inteligente; relacionar os ciclos de construção do artefato às exigências pedagógicas, técnicas e éticas da IA; e propor dimensões capazes de orientar sua avaliação.

Defende-se, como argumento central, que a qualidade de um artefato educacional inteligente não pode ser determinada exclusivamente por sua sofisticação algorítmica. Sua validade depende da relação entre relevância do problema, fundamentação teórica, intencionalidade educacional, adequação técnica, participação dos usuários, avaliação empírica, responsabilidade ética e capacidade de produzir conhecimento transferível para outras situações de projeto. É nessa articulação que o DSR pode oferecer uma contribuição especialmente fecunda à pesquisa educacional contemporânea.

Além desta introdução, o artigo apresenta inicialmente o percurso metodológico que sustentou a investigação. Na sequência, a fundamentação teórica está organizada em quatro eixos articulados: os fundamentos do Design Science Research e a produção de conhecimento por meio de artefatos; a Inteligência Artificial e a constituição dos artefatos educacionais inteligentes; os princípios propostos para o desenvolvimento desses artefatos; e as dimensões necessárias à sua avaliação. Por fim, as considerações finais retomam os principais achados, as contribuições da sistematização proposta, suas limitações e possibilidades para futuras investigações.

2 METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, de natureza teórico-bibliográfica e documental, com finalidade exploratória e propositiva. A opção por esse delineamento decorre do objetivo de articular os fundamentos da Design Science Research (DSR) às discussões contemporâneas sobre Inteligência Artificial na Educação, buscando produzir uma sistematização teórico-metodológica voltada ao desenvolvimento e à avaliação de artefatos educacionais inteligentes. Não se trata, portanto, de uma Revisão Sistemática da

Literatura, mas de uma investigação conceitual orientada pela análise e articulação de referenciais considerados centrais ao problema de pesquisa.

O corpus bibliográfico principal foi constituído pelos estudos de Pimentel, Filippo e Santos (2020), Angeluci et al. (2024), Galvão, Madureira e Schneider (2024) e Junqueira e Siqueira (2026), selecionados por apresentarem contribuições diretamente relacionadas à utilização da DSR no campo educacional. Pimentel, Filippo e Santos (2020) enfatizam que a pesquisa em DSR deve articular o desenvolvimento do artefato à produção de conhecimento científico, evitando que a investigação se reduza à construção tecnológica. Já Angeluci et al. destacam a importância dos ciclos de avaliação e validação para o aperfeiçoamento dos artefatos educacionais e para o rigor das investigações conduzidas por essa abordagem.

Esse núcleo foi complementado por referenciais clássicos da Design Science e da DSR, entre eles Simon (1996), March e Smith (1995), Hevner et al. (2004), Hevner (2007), Peffers et al. (2007), Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) e Gregor e Hevner (2013). Para a discussão relacionada à Inteligência Artificial na Educação, foram mobilizados, principalmente, Holmes e Tuomi (2022), Selwyn (2019), UNESCO (2021; 2023) e Comissão Europeia (2022), permitindo incorporar ao debate dimensões relacionadas à intencionalidade educacional, transparência, equidade, proteção de dados, supervisão humana e responsabilidade no desenvolvimento de sistemas inteligentes.

6

Como fonte documental complementar, foi considerada a dissertação de Junqueira (2026), especialmente o percurso de desenvolvimento e avaliação de um artefato tecnológico orientado pela DSR. Essa experiência foi utilizada como referência analítica, e não como nova investigação empírica, permitindo confrontar os fundamentos discutidos na literatura com situações concretas de definição de requisitos, desenvolvimento, testagem e aperfeiçoamento de um artefato. Na pesquisa original, o sistema foi submetido à avaliação por 20 participantes, mediante questões em escala Likert e perguntas abertas, contemplando dimensões como funcionalidade, usabilidade e utilidade institucional.

A análise foi desenvolvida em três movimentos complementares. Inicialmente, foram identificados os elementos recorrentes da DSR relacionados à concepção e ao desenvolvimento de artefatos, como problema, contexto, fundamentação, requisitos, desenvolvimento, avaliação, aprendizagem e comunicação. Em seguida, foram examinadas as exigências que emergem quando esses artefatos incorporam Inteligência Artificial, particularmente aquelas relacionadas à adequação educacional, confiabilidade, participação dos usuários, ética e governança. Por fim,

realizou-se a articulação entre esses dois conjuntos conceituais, da qual derivaram os princípios apresentados nas seções seguintes.

Os princípios resultantes dessa análise são apresentados como uma síntese teórico-metodológica orientadora, e não como protocolo fechado ou universal. Sua aplicação deve considerar a natureza do artefato, o problema investigado, os sujeitos envolvidos, o contexto educacional e o estágio de desenvolvimento da solução. Desse modo, preserva-se uma característica fundamental da DSR: a articulação entre relevância prática, rigor científico, desenvolvimento do artefato e produção de conhecimento.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Design Science Research e a produção de conhecimento por meio de artefatos

A Design Science Research (DSR) fundamenta-se na compreensão de que a pesquisa científica pode ultrapassar a descrição ou a interpretação dos fenômenos e assumir também uma dimensão projetual, orientada à transformação de situações existentes. Essa perspectiva encontra suas bases em Simon (1996), cuja formulação das Ciências do Artificial desloca parte da atividade científica para o estudo daquilo que é intencionalmente concebido pelo ser humano. Nesse campo, interessa não somente compreender a realidade, mas produzir conhecimento sobre como projetar soluções capazes de aproximar uma situação existente de uma situação considerada mais adequada aos objetivos estabelecidos. Pimentel, Filippo e Santos (2020) destacam que Educação, Computação e Engenharia podem ser compreendidas, ao menos parcialmente, como Ciências do Artificial, justamente porque lidam continuamente com a concepção de artefatos destinados a determinadas finalidades.

A noção de artefato, nesse contexto, é ampla. Não se restringe a objetos físicos ou produtos computacionais, podendo abranger modelos, métodos, processos, sistemas, práticas e outras construções elaboradas para responder a problemas específicos. No campo educacional, essa abrangência torna-se particularmente significativa, uma vez que aulas, recursos didáticos e práticas pedagógicas também podem ser compreendidos como artefatos intencionalmente projetados. Assim, a DSR oferece uma possibilidade metodológica para investigar simultaneamente o processo de criação e os efeitos produzidos pelo uso da solução desenvolvida. Pimentel, Filippo e Santos (2020) sintetizam essa perspectiva ao afirmarem:

As Ciências do Artificial (do Projeto, do Design) objetivam produzir conhecimento sobre como projetar o mundo que queremos. [...] Nas Ciências do Artificial, busca-se construir conhecimento para o desenvolvimento de artefatos que sejam satisfatórios para um determinado objetivo considerando um dado contexto. (PIMENTEL; FILIPPO; SANTOS, 2020, p. 39).

A relevância científica da DSR, portanto, não se encontra apenas no produto gerado, mas na relação estabelecida entre problema, fundamentação teórica, desenvolvimento, avaliação e aprendizagem decorrente do processo. Hevner et al. (2004) destacam que uma investigação orientada pela Design Science deve preservar simultaneamente rigor e relevância. Enquanto a relevância se relaciona à existência de um problema concreto e à utilidade da solução proposta, o rigor decorre da utilização consistente da base de conhecimento científico e de procedimentos metodológicos adequados. Essa articulação impede que a DSR seja confundida com desenvolvimento tecnológico isolado: criar um sistema pode constituir uma atividade técnica; produzir conhecimento científico a partir de sua concepção, utilização e avaliação caracteriza a dimensão investigativa da DSR.

Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) organizam esse movimento em etapas que abrangem a identificação e a conscientização do problema, o levantamento do conhecimento disponível, a identificação de artefatos existentes, a proposição e o desenvolvimento da solução, sua avaliação, a explicitação das aprendizagens, a generalização para classes de problemas e a comunicação dos resultados. Galvão, Madureira e Schneider (2024) mostram que diferentes protocolos de DSR apresentam variações em sua organização, mas compartilham elementos essenciais como identificação do problema, definição de objetivos, desenvolvimento, avaliação e comunicação.

8

Essa característica iterativa constitui um dos principais diferenciais da abordagem. A avaliação não representa apenas uma etapa terminal destinada a comprovar que o artefato funciona. Seus resultados podem levar à redefinição de requisitos, ao aperfeiçoamento de funcionalidades e até mesmo à revisão da própria compreensão do problema. Por isso, artefato e conhecimento científico evoluem conjuntamente. Junqueira e Siqueira (2026) ressaltam que a DSR envolve rigor metodológico, transparência e ciclos iterativos de desenvolvimento nos quais teoria e prática se entrelaçam, permitindo que o pesquisador atue simultaneamente como analista e projetista.

No campo da Educação, esse caráter projetual apresenta especial potencial diante de problemas que exigem soluções contextualizadas e continuamente aperfeiçoáveis. Angeluci et al. (2024) identificam a contribuição da DSR para o desenvolvimento de protótipos e artefatos educacionais, destacando especialmente o papel dos ciclos de avaliação e validação para ampliar o rigor e promover melhorias sucessivas nas soluções produzidas. Desse modo, a DSR oferece

não apenas um percurso para desenvolver artefatos, mas uma estrutura capaz de transformar o próprio processo de desenvolvimento em fonte de conhecimento científico.

3.2 Inteligência Artificial e a constituição dos artefatos educacionais inteligentes

A Inteligência Artificial vem ampliando a diversidade e a complexidade dos artefatos incorporados aos contextos educacionais. Sistemas adaptativos, mecanismos de recomendação, tutores inteligentes, ferramentas de análise de dados, recursos de busca semântica e, mais recentemente, aplicações de IA generativa exemplificam diferentes possibilidades de utilização dessas tecnologias. Holmes e Tuomi (2022) destacam que a IA pode assumir funções relacionadas à personalização da aprendizagem, organização e análise de informações e apoio à tomada de decisão, evidenciando que suas aplicações alcançam tanto os processos pedagógicos quanto as dimensões administrativas e institucionais da Educação.

Entretanto, atribuir inteligência a um artefato não pode significar apenas associá-lo discursivamente às tecnologias contemporâneas. Para os fins deste estudo, compreende-se como artefato educacional inteligente uma solução intencionalmente projetada para responder a um problema educacional e que incorpora efetivamente recursos baseados em Inteligência Artificial capazes de desempenhar funções como classificação, recomendação, adaptação, análise, previsão, recuperação ou geração de informações. Essa delimitação pressupõe ainda que as funcionalidades tecnológicas estejam relacionadas a finalidades pedagógicas, acadêmicas ou de gestão claramente identificadas.

Essa definição é importante porque um artefato pode apresentar diferentes estágios de desenvolvimento ao longo dos ciclos da DSR. Uma arquitetura preparada para receber funcionalidades de IA não equivale a um sistema no qual tais recursos já tenham sido implementados e avaliados. Em pesquisas baseadas em design, portanto, torna-se necessário explicitar aquilo que efetivamente integra cada versão do artefato, distinguindo recursos implementados, funcionalidades em desenvolvimento e possibilidades planejadas para iterações futuras. Essa transparência fortalece o rigor científico e permite que os resultados da avaliação sejam atribuídos às características efetivamente testadas.

A introdução da IA também modifica os requisitos de desenvolvimento porque esses sistemas não devem ser avaliados apenas pela eficiência computacional. Questões relacionadas à qualidade dos resultados, confiabilidade, vieses, tratamento de dados, transparência, acessibilidade e supervisão humana passam a integrar a própria concepção do artefato. Junqueira

e Siqueira (2026) assinalam que as possibilidades oferecidas pela IA precisam ser acompanhadas por uma análise crítica de seus limites:

A presença da IA na educação deve ser pensada como oportunidade e desafio. Oportunidade, porque permite inovação pedagógica, gestão eficiente e ampliação do alcance da pesquisa; desafio, porque exige regulação ética, inclusão social e participação ativa de docentes, discentes e gestores nos processos de desenvolvimento. (JUNQUEIRA; SIQUEIRA, 2026, p. 375).

Essa compreensão converge com as orientações da UNESCO (2021; 2023), segundo as quais a adoção de sistemas inteligentes deve preservar valores como dignidade humana, justiça, equidade, transparência, responsabilidade e proteção dos dados. Tais elementos não podem ser tratados apenas após a conclusão técnica do sistema. Em artefatos educacionais inteligentes, ética e governança precisam ser incorporadas aos próprios requisitos de design, juntamente com questões pedagógicas e funcionais. Isso significa perguntar, desde a identificação do problema, quais dados serão utilizados, quem poderá acessá-los, como decisões automatizadas poderão ser compreendidas ou questionadas e quais responsabilidades permanecerão sob supervisão humana.

A constituição de um artefato educacional inteligente resulta, assim, da interação entre componentes tecnológicos, educacionais e sociais. A qualidade da solução não decorre exclusivamente da sofisticação do algoritmo empregado, mas da adequação entre a funcionalidade inteligente, o problema que motivou sua criação, os sujeitos envolvidos e os objetivos educacionais estabelecidos. É justamente essa natureza sociotécnica que aproxima IA e Design Science Research: enquanto a IA amplia aquilo que o artefato pode realizar, a DSR fornece uma estrutura metodológica para investigar por que ele deve ser desenvolvido, como deve ser projetado, em que condições deve ser avaliado e quais conhecimentos podem ser produzidos a partir desse processo.

A partir dessa articulação, torna-se possível avançar da discussão conceitual para a proposição de princípios orientadores. Se os artefatos educacionais inteligentes são simultaneamente soluções tecnológicas, construções educacionais e sistemas sociotécnicos, seu desenvolvimento exige critérios capazes de integrar relevância, rigor, intencionalidade educacional, participação dos usuários e responsabilidade ética. Esses elementos fundamentam a sistematização apresentada na seção seguinte.

3.3 Princípios para o desenvolvimento de artefatos educacionais inteligentes

A articulação entre Design Science Research e Inteligência Artificial na Educação permite compreender que o desenvolvimento de um artefato educacional inteligente não deve

começar pela escolha da tecnologia, mas pela identificação de um problema educacional relevante. O primeiro princípio, portanto, é o da relevância contextual. Hevner (2007) situa essa relação no ciclo de relevância da DSR, no qual necessidades, restrições e oportunidades provenientes do ambiente orientam a investigação. No campo educacional, isso significa conhecer os sujeitos envolvidos, as práticas existentes, as condições institucionais e as causas do problema antes de decidir quais funcionalidades tecnológicas serão incorporadas à solução.

Essa perspectiva procura evitar uma lógica de adoção tecnológica orientada pela disponibilidade da ferramenta. A questão central não deve ser onde utilizar Inteligência Artificial, mas em que medida determinada função baseada em IA pode contribuir para enfrentar um problema previamente identificado. Pimentel, Filippo e Santos (2020) ressaltam que o conhecimento do problema e do contexto constitui condição necessária para a proposição do artefato, devendo ser articulado ao conhecimento das soluções existentes e ao referencial teórico que sustentará as decisões de design:

É preciso ter conhecimento sobre o problema e o contexto, compreender adequadamente o problema, especialmente suas causas e consequências, para se pensar em possíveis soluções. [...] O projeto de um artefato para resolver o problema deve ser direcionado por conjecturas comportamentais que, por sua vez, devem estar fundamentadas em teorias. (PIMENTEL; FILIPPO; SANTOS, 2020, p. 44).

O segundo princípio corresponde ao rigor teórico-metodológico. A DSR pressupõe que o desenvolvimento do artefato permaneça relacionado a uma base de conhecimento capaz de justificar suas características e decisões. Hevner et al. (2004) destacam que rigor e relevância precisam coexistir, enquanto Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) inserem a revisão do conhecimento disponível e a identificação dos artefatos existentes entre as etapas que antecedem a proposição da solução. Em artefatos educacionais inteligentes, esse rigor implica aproximar conhecimentos da Educação, da Computação e da área específica em que a solução será aplicada.

O terceiro princípio é o da intencionalidade educacional. A incorporação de uma funcionalidade inteligente precisa estar associada a uma finalidade pedagógica ou institucional explicitamente definida. Um mecanismo de recomendação, um tutor, um sistema generativo ou uma ferramenta de análise de dados não se torna educacional apenas por ser utilizado em uma escola ou universidade. É necessário demonstrar de que modo suas funcionalidades se relacionam aos objetivos educacionais da solução. Esse aspecto é particularmente importante diante da expansão de ferramentas de IA desenvolvidas originalmente para finalidades gerais e posteriormente incorporadas às práticas educativas.

O quarto princípio diz respeito à participação dos usuários e à iteratividade. Na DSR, os artefatos são desenvolvidos e aperfeiçoados por ciclos sucessivos de construção e avaliação, e a participação daqueles que efetivamente utilizarão a solução permite identificar limitações dificilmente percebidas apenas pela equipe de desenvolvimento. Galvão, Madureira e Schneider (2024) verificaram que professores, estudantes, gestores escolares, pedagogos e outros profissionais participam dos processos de avaliação dos artefatos educacionais, contribuindo para examinar sua eficácia e adequação ao contexto.

Esse processo relaciona-se diretamente ao quinto princípio: a interdisciplinaridade. Um artefato educacional inteligente envolve diferentes dimensões e dificilmente pode ser adequadamente desenvolvido a partir de um único campo de conhecimento. À Educação cabe contribuir para a compreensão do problema, dos sujeitos, das finalidades formativas e das implicações pedagógicas; à Computação, desenvolver e analisar a infraestrutura tecnológica e os mecanismos de IA; e outras áreas podem ser mobilizadas conforme a natureza da solução. A interdisciplinaridade, nesse sentido, não significa apenas a participação simultânea de especialistas, mas a integração dos diferentes conhecimentos às decisões tomadas durante o projeto.

O sexto princípio é o da ética incorporada ao design. A UNESCO (2021; 2023) destaca valores como dignidade humana, equidade, transparência, responsabilidade, privacidade e proteção de dados como fundamentos de uma utilização responsável da IA. Em artefatos educacionais inteligentes, esses aspectos precisam ser considerados desde a formulação dos requisitos e não apenas como verificação posterior. É necessário definir, por exemplo, quais dados serão coletados, como serão tratados, quem terá acesso a eles, como possíveis vieses serão identificados e quais decisões permanecerão submetidas à supervisão humana.

Por fim, destacam-se os princípios da rastreabilidade e da evolução contínua. O pesquisador deve registrar as versões do artefato, as funcionalidades incorporadas, as modificações realizadas e as evidências que justificaram cada alteração. Essa documentação é especialmente necessária em sistemas baseados em IA, nos quais mudanças nos dados, nos modelos ou nos serviços utilizados podem produzir alterações significativas no comportamento da solução. O desenvolvimento passa, assim, a ser compreendido como processo contínuo de aprendizagem, no qual avaliação e redesenho permanecem articulados.

Esses princípios não constituem uma sequência obrigatória, mas dimensões que devem acompanhar o ciclo de desenvolvimento. Relevância contextual, rigor, intencionalidade

educacional, participação, interdisciplinaridade, ética, rastreabilidade e evolução contínua procuram assegurar que a Inteligência Artificial permaneça subordinada ao problema educacional e aos objetivos humanos que justificaram a criação do artefato.

3.4 Avaliação multidimensional dos artefatos educacionais inteligentes

A avaliação ocupa posição central na Design Science Research porque permite verificar se o artefato responde satisfatoriamente ao problema para o qual foi projetado e, simultaneamente, produzir conhecimento capaz de orientar seu aperfeiçoamento. Dessa forma, não deve ser compreendida como uma verificação realizada apenas ao final do desenvolvimento. Na lógica iterativa da DSR, a avaliação acompanha diferentes estágios da solução e seus resultados podem modificar requisitos, funcionalidades e decisões de projeto.

Angeluci et al. (2024) apresentam diferentes formas de avaliação de artefatos, incluindo modalidades observacionais, analíticas, experimentais, testes e avaliações descritivas. Cada uma permite examinar aspectos distintos da solução: comportamento no contexto real, desempenho, utilização em ambientes controlados, funcionalidade e utilidade. Essa diversidade demonstra que não existe um único instrumento capaz de avaliar adequadamente todos os artefatos, sendo necessário relacionar a estratégia de investigação à natureza da solução e aos critérios previamente estabelecidos.

Pimentel, Filippo e Santos (2020) acrescentam uma distinção particularmente importante entre critérios de verificação e critérios de aceitação. Os primeiros procuram identificar se o artefato funciona adequadamente; os segundos indicam em que medida o problema que motivou sua criação foi efetivamente resolvido ou mitigado:

Os critérios de verificação servem para o pesquisador avaliar se o artefato funciona a contento, se não há problemas graves que inviabilizem o seu uso. Já os critérios de aceitação definem parâmetros para indicar quando o problema é considerado resolvido ou mitigado; esses parâmetros são importantes para avaliar se o artefato resolve satisfatoriamente o problema em questão. (PIMENTEL; FILIPPO; SANTOS, 2020, p. 45).

Essa distinção torna-se ainda mais relevante diante dos sistemas de Inteligência Artificial. Um artefato pode funcionar tecnicamente sem demonstrar contribuição educacional significativa. Do mesmo modo, uma ferramenta pode apresentar boa usabilidade e, simultaneamente, gerar respostas imprecisas, reproduzir vieses ou utilizar dados de maneira inadequada. Propõe-se, por isso, que a avaliação dos artefatos educacionais inteligentes seja multidimensional, contemplando aspectos técnicos, educacionais, humanos e éticos.

A primeira dimensão refere-se à qualidade técnica e ao funcionamento da IA. Devem ser examinados aspectos como estabilidade, desempenho, segurança e precisão, além da

consistência das respostas ou recomendações produzidas. Em sistemas generativos, por exemplo, a possibilidade de respostas incorretas ou informações fabricadas exige procedimentos específicos de verificação. Em mecanismos de classificação ou recomendação, é necessário avaliar se os resultados oferecidos correspondem satisfatoriamente à finalidade para a qual o artefato foi concebido.

A segunda dimensão compreende a usabilidade e a experiência do usuário. Facilidade de navegação, clareza das informações, acessibilidade e adequação da interface interferem diretamente na possibilidade de utilização de qualquer tecnologia educacional. Galvão, Madureira e Schneider (2024) observam que testes com usuários são empregados justamente para identificar dificuldades de navegação, ausência de feedback e inconsistências de design, permitindo corrigir problemas antes de uma aplicação mais ampla.

A terceira dimensão diz respeito à pertinência educacional ou institucional. O artefato precisa ser avaliado em relação à finalidade que justificou seu desenvolvimento. Em ferramentas voltadas à aprendizagem, podem ser analisados elementos como qualidade do feedback, apoio à autonomia e coerência com os objetivos pedagógicos. Em sistemas destinados à gestão educacional, podem ser considerados organização e recuperação das informações, apoio à tomada de decisão e adequação às rotinas institucionais. A avaliação realizada na pesquisa de mestrado utilizada como referência neste artigo contemplou justamente funcionalidade, usabilidade, experiência dos usuários e utilidade institucional, combinando questões em escala Likert e perguntas abertas aplicadas a 20 participantes.

A quarta dimensão envolve ética, transparência e governança. A avaliação deve verificar as condições de utilização dos dados, a proteção da privacidade, a existência de possíveis vieses, os mecanismos de supervisão humana e a possibilidade de compreensão ou contestação das decisões automatizadas. Esses critérios são essenciais porque um artefato não pode ser considerado educacionalmente adequado se sua utilização produzir benefícios às custas da exposição indevida dos usuários, da discriminação ou da redução injustificada da autonomia humana.

Acrescentam-se ainda as dimensões da equidade e da sustentabilidade. A primeira exige investigar se diferentes grupos possuem condições efetivas de acesso e utilização da solução e se o comportamento do sistema produz impactos desiguais entre usuários. A segunda envolve manutenção, atualização, infraestrutura, custos e dependências tecnológicas. Um artefato pode apresentar bons resultados em uma experiência piloto e, ainda assim, tornar-se pouco viável

quando sua continuidade depende de recursos técnicos ou financeiros incompatíveis com o contexto institucional.

Assim, a avaliação não deve ser utilizada apenas para confirmar o sucesso do artefato. Limitações, erros, dificuldades de uso e resultados inesperados constituem achados relevantes, pois oferecem evidências para uma nova iteração e contribuem para a própria produção de conhecimento. É nessa perspectiva que a DSR se diferencia de um simples processo de desenvolvimento tecnológico: o interesse científico não está apenas no produto final, mas também no que se aprende ao projetá-lo, utilizá-lo, avaliá-lo e modificá-lo.

A partir das discussões desenvolvidas, o Quadro 1 sintetiza os princípios propostos neste estudo para orientar o desenvolvimento de artefatos educacionais inteligentes, reunindo dimensões que devem permanecer articuladas ao longo dos ciclos da DSR.

Quadro 1 – Princípios orientadores para o desenvolvimento de artefatos educacionais inteligentes

Princípio	Orientação para o desenvolvimento
Relevância contextual	Partir de um problema educacional concreto, considerando sujeitos, necessidades e condições do contexto.
Rigor teórico-metodológico	Fundamentar as decisões de design em conhecimentos científicos, evidências e procedimentos metodológicos explícitos.
Intencionalidade educacional	Vincular cada funcionalidade de IA a uma finalidade pedagógica, acadêmica ou institucional claramente definida.
Participação e iteratividade	Incorporar usuários aos ciclos de avaliação, aperfeiçoando progressivamente o artefato a partir das evidências produzidas.
Interdisciplinaridade	Articular conhecimentos da Educação, da Computação e de outras áreas necessárias à natureza do problema.
Ética incorporada ao design	Considerar desde a concepção aspectos como privacidade, equidade, transparência, proteção de dados e supervisão humana.
Rastreabilidade	Documentar versões, funcionalidades implementadas, alterações realizadas e decisões tomadas ao longo do desenvolvimento.
Evolução contínua	Utilizar os resultados das avaliações para orientar novas iterações e o aperfeiçoamento da solução.

Fonte: elaborado pelos autores (2026), a partir de Simon (1996), Hevner et al. (2004), Hevner (2007), Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), Pimentel, Filippo e Santos (2020), UNESCO (2021; 2023), Galvão, Madureira e Schneider (2024) e Junqueira e Siqueira (2026).

A sistematização evidencia que tais princípios não correspondem a etapas isoladas ou necessariamente sequenciais. Ao contrário, devem ser retomados ao longo dos sucessivos ciclos

de concepção, desenvolvimento e avaliação, de modo que o aperfeiçoamento tecnológico permaneça articulado à relevância educacional, ao rigor científico e à responsabilidade ética.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presença crescente da Inteligência Artificial na Educação amplia as possibilidades de criação de soluções voltadas ao ensino, à aprendizagem e à gestão educacional, mas também torna mais complexa a tarefa de desenvolvê-las e avaliá-las de maneira cientificamente rigorosa. A incorporação de mecanismos de classificação, recomendação, adaptação, análise ou geração de conteúdos não é suficiente para assegurar a qualidade de um artefato. Sua relevância depende, sobretudo, da capacidade de responder a um problema educacional concreto e de produzir benefícios compatíveis com as necessidades dos sujeitos e dos contextos nos quais será utilizado.

Este estudo buscou sistematizar princípios teórico-metodológicos para o desenvolvimento e a avaliação de artefatos educacionais inteligentes a partir da articulação entre Design Science Research e Inteligência Artificial na Educação. A análise realizada evidenciou que a DSR oferece uma base particularmente adequada para esse propósito, uma vez que aproxima problema, contexto, conhecimento científico, construção, avaliação e aperfeiçoamento da solução. Nessa perspectiva, o artefato deixa de representar somente o produto final da pesquisa e passa a constituir também um meio para produzir conhecimentos derivados das decisões de design e das evidências obtidas durante sua utilização.

16

A sistematização proposta reuniu oito princípios relacionados ao desenvolvimento: relevância contextual, rigor teórico-metodológico, intencionalidade educacional, participação dos usuários e iteratividade, interdisciplinaridade, ética incorporada ao design, rastreabilidade e evolução contínua. Esses princípios reforçam que a tecnologia não deve anteceder a compreensão do problema e que a utilização da IA precisa estar subordinada a objetivos educacionais claramente definidos. Da mesma forma, reconhecer o estágio efetivo de desenvolvimento das funcionalidades torna-se condição de transparência científica, especialmente em projetos nos quais recursos inteligentes são incorporados progressivamente.

No que se refere à avaliação, constatou-se a necessidade de superar perspectivas centradas exclusivamente no funcionamento técnico. Um artefato educacional inteligente demanda avaliação multidimensional, contemplando desempenho tecnológico, qualidade das funcionalidades de IA, usabilidade, experiência dos usuários, pertinência educacional ou institucional, ética, transparência, governança de dados, equidade e sustentabilidade. Avaliar se

o sistema funciona constitui apenas uma parte do processo; é necessário investigar se ele efetivamente contribui para resolver ou mitigar o problema que justificou sua construção.

A experiência documental considerada neste estudo também demonstrou a importância da lógica iterativa. O desenvolvimento de um artefato em estado funcional inicial e sua avaliação com usuários possibilitaram identificar potencialidades, limitações e requisitos para ciclos posteriores, evidenciando que a incompletude de uma primeira versão não representa necessariamente fragilidade metodológica quando seus limites são devidamente explicitados e utilizados para orientar novas etapas de desenvolvimento (JUNQUEIRA, 2026). Essa perspectiva torna-se ainda mais importante em sistemas baseados em IA, cujas funcionalidades, modelos, dados e condições de utilização podem se modificar ao longo do tempo.

Como limitação, reconhece-se que os princípios apresentados possuem caráter teórico-propositivo e necessitam ser confrontados com diferentes classes de artefatos, níveis de ensino e contextos educacionais. Investigações futuras poderão transformar essa sistematização em instrumentos ou matrizes de avaliação, submetê-los à validação por especialistas e aplicá-los empiricamente em sucessivos ciclos de DSR. Tal percurso poderá contribuir tanto para o refinamento dos princípios quanto para a construção de critérios mais específicos para diferentes aplicações da IA na Educação.

Conclui-se, portanto, que a aproximação entre Design Science Research e Inteligência Artificial oferece condições para uma pesquisa educacional simultaneamente projetual, aplicada, crítica e cientificamente fundamentada. Mais do que incorporar tecnologias aos espaços educativos, trata-se de participar de sua concepção, questionar seus pressupostos, avaliar seus efeitos e orientar seu aperfeiçoamento. Nesse sentido, desenvolver artefatos educacionais inteligentes significa projetar tecnologias com a Educação e não apenas para a Educação, preservando a centralidade humana e subordinando a inovação tecnológica às finalidades pedagógicas, éticas e sociais que conferem sentido ao próprio ato educativo.

REFERÊNCIAS

ANGELUCI, Alan Cesar Belo; REDIGOLO, Gabriela Leal; ARAKAKI, Patrícia Jaqueline; SILVA, Paulo Sergio Felix da. Design Science Research como método para pesquisas em TIC na educação. *Anais CIET:Horizonte*, São Carlos, v. 5, n. 1, 2024.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 15 ago. 2018.

COMISSÃO EUROPEIA. *Ethical guidelines on the use of artificial intelligence (AI) and data in teaching and learning for educators*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022. DOI: 10.2766/153756.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES JÚNIOR, José Antonio Valle. *Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Porto Alegre: Bookman, 2015.

GALVÃO, Nadielli Maria dos Santos; MADUREIRA, Jamille Silva; SCHNEIDER, Henrique Nou. Design Science Research para o desenvolvimento de artefatos educacionais. *Boletim de Conjuntura (BOCA)*, Boa Vista, v. 18, n. 54, p. 194-220, 2024. DOI: 10.5281/zenodo.13119424.

GREGOR, Shirley; HEVNER, Alan R. Positioning and presenting Design Science Research for maximum impact. *MIS Quarterly*, v. 37, n. 2, p. 337-355, 2013. DOI: 10.25300/MISQ/2013/37.2.01.

HEVNER, Alan R. A three cycle view of Design Science Research. *Scandinavian Journal of Information Systems*, v. 19, n. 2, p. 87-92, 2007.

HEVNER, Alan R.; MARCH, Salvatore T.; PARK, Jinsoo; RAM, Sudha. Design science in information systems research. *MIS Quarterly*, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004. DOI: 10.2307/25148625.

HOLMES, Wayne; TUOMI, Ilkka. State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education*, v. 57, n. 4, p. 542-570, 2022. DOI: 10.1111/ejed.12533.

JUNQUEIRA, Joice Marisa Gorgen. *Acompanhamento da produção intelectual e das trajetórias de discentes e egressos do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade La Salle: proposição de um artefato tecnológico inteligente*. 2026. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade La Salle, Canoas, 2026.

JUNQUEIRA, Joice Marisa Gorgen; SIQUEIRA, Mozart Lemos de. Design Science Research como caminho metodológico para inovação em Educação. *Sala 8 – Revista Internacional em Políticas, Currículo, Práticas e Gestão da Educação*, v. 1, n. 11, 2026. DOI: 10.70678/sala8.vi11.1490.

MARCH, Salvatore T.; SMITH, Gerald F. Design and natural science research on information technology. *Decision Support Systems*, v. 15, n. 4, p. 251-266, 1995. DOI: 10.1016/0167-9236(94)000412.

PEFFERS, Ken; TUUNANEN, Tuure; ROTHENBERGER, Marcus A.; CHATTERJEE, Samir. A Design Science Research methodology for information systems research. *Journal of Management Information Systems*, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007. DOI: 10.2753/MIS0742-1222240302.

PIMENTEL, Mariano; FILIPPO, Denise; SANTOS, Thiago Marcondes dos. Design Science Research: pesquisa científica atrelada ao design de artefatos. *RE@D – Revista de Educação a Distância e Elearning*, v. 3, n. 1, p. 37-61, 2020. DOI: 10.34627/vol3iss1pp37-61.

SELWYN, Neil. *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Cambridge: Polity Press, 2019.

SIMON, Herbert A. *The sciences of the artificial*. 3. ed. Cambridge, MA: MIT Press, 1996.

UNESCO. *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*. Paris: UNESCO, 2021.

UNESCO. *Guidance for generative AI in education and research*. Paris: UNESCO, 2023.