REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

FÁBRICA DE SOFTWARE EDUCACIONAL: UM MODELO DE PRODUÇÃO SISTEMÁTICA DE ARTEFATOS DIGITAIS COM RASTREABILIDADE CURRICULAR PARA REDES PÚBLICAS MUNICIPAIS

EDUCATIONAL SOFTWARE FACTORY: A SYSTEMATIC PRODUCTION MODEL OF DIGITAL ARTIFACTS WITH CURRICULAR TRACEABILITY FOR MUNICIPAL PUBLIC NETWORKS

Ciências Exatas e da Terra, Ciências Humanas • 15/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/794578041

Helio Bernardino de Mattos Neto
Karina Ayres Gomes da Costa Coutinho
Altemar Sales de Oliveira

RESUMO

O presente artigo propõe o Núcleo de Desenvolvimento de Artefatos Digitais Educacionais (“Brinquedoteca”), um modelo técnico-metodológico de Fábrica de Software Educacional voltado à produção sistemática, à manutenção e ao alinhamento curricular de recursos digitais em redes públicas municipais de ensino. A proposta articula uma Arquitetura de Referência orientada pela ISO/IEC/IEEE 42010, um pipeline de produção fundamentado no Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK) e um plano de cobertura curricular vinculado à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A pesquisa adota a Design Science Research (DSR) para orientar a concepção do modelo e sua demonstração por meio de uma Prova de Conceito técnica, tendo a Escola Municipal Edilênio Silva e Souza, em Saquarema (RJ), como contexto de referência para futura aplicação. São apresentados quatro artefatos digitais e uma matriz de associação entre esses recursos, os anos escolares previstos e os códigos de habilidades da BNCC. A avaliação relatada restringe-se ao escopo técnico-documental e laboratorial, sem testes com estudantes, professores ou gestores escolares. A documentação apresentada permite examinar a organização proposta e o mapeamento curricular inicial, mas não sustenta conclusões sobre eficácia pedagógica, cobertura integral do Ensino Fundamental ou eficiência computacional, esta última dependente da apresentação de métricas e protocolos verificáveis. A contribuição do trabalho consiste na sistematização de um modelo de produção educacional digital cuja viabilidade operacional, sustentabilidade institucional e possibilidade de replicação deverão ser aprofundadas em ciclos posteriores de avaliação.

Palavras-chave: Fábrica de software educacional; Artefatos digitais educacionais; Rastreabilidade curricular; BNCC; Realidade Aumentada; Design Science Research; Saquarema.

ABSTRACT

This article proposes the Núcleo de Desenvolvimento de Artefatos Digitais Educacionais ("Brinquedoteca"), a technical-methodological model of an Educational Software Factory aimed at the systematic production, maintenance, and curricular alignment of digital resources in municipal public school systems. The proposal articulates a Reference Architecture guided by ISO/IEC/IEEE 42010, a production pipeline grounded in the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK), and a curricular coverage plan linked to the Base Nacional Comum Curricular (BNCC). The research adopts Design Science Research (DSR) to guide the design of the model and its demonstration through a technical Proof of Concept, with Escola Municipal Edilênio Silva e Souza, in Saquarema (RJ), as the reference context for future application. Four digital artifacts and a matrix associating these resources, the intended school years, and the BNCC skill codes are presented. The reported evaluation is restricted to the technical-documental and laboratory scope, without tests with students, teachers, or school administrators. The documentation presented allows examining the proposed organization and the initial curricular mapping, but it does not support conclusions about pedagogical effectiveness, full coverage of Ensino Fundamental, or computational efficiency, the latter dependent on the presentation of verifiable metrics and protocols. The contribution of the work consists in the systematization of a model of digital educational production whose operational viability, institutional sustainability, and possibility of replication should be further developed in subsequent evaluation cycles.

Keywords: Educational software factory; Educational digital artifacts; Curricular traceability; BNCC; Augmented Reality; Design Science Research; Saquarema.

1. INTRODUÇÃO

A intensificação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na sociedade contemporânea transformou substancialmente os modos de aprendizagem e interação das novas gerações. No âmbito da educação pública, esse cenário impõe às redes municipais um desafio estrutural que transcende a mera aquisição de infraestrutura e equipamentos: trata-se da necessidade de integrar recursos digitais de forma pedagogicamente intencional, curricularmente rastreável e tecnicamente sustentável. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) consolida essa exigência ao consagrar a Cultura Digital como uma de suas dez competências gerais, estabelecendo que o estudante deve compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de forma crítica, reflexiva, significativa e ética (Brasil, 2017).

A despeito dos avanços normativos, diagnósticos sobre a inserção de tecnologias digitais nas redes públicas brasileiras apontam um cenário marcado por assimetrias, fragmentação e desconexão entre os recursos tecnológicos e o planejamento curricular (CIEB, 2022). Em municípios de pequeno e médio porte, esses gargalos revelam-se ainda mais severos devido à escassez de equipes técnicas especializadas, à dependência de iniciativas individuais e isoladas de docentes e à falta de continuidade institucional (Brasil, 2013; CIEB, 2022). A rede municipal de ensino de Saquarema (RJ), composta por 46 unidades escolares e mais de 11 mil alunos no Ensino Fundamental (Saquarema, 2026), reflete com precisão esse diagnóstico: possui capacidade produtiva local e iniciativas promissoras — como o projeto precursor Brinquedoteca Digital (Sales, 2024) —, porém carece de um modelo organizacional que estruture, em escala e com governança formal, a produção de artefatos digitais educacionais.

Diante dessa lacuna, o problema central de pesquisa formula-se na seguinte questão: *Como estruturar um modelo sistemático de produção de artefatos digitais educacionais para a rede municipal de Saquarema, de modo a assegurar alinhamento à BNCC e sustentabilidade técnica na construção desses recursos?* A hipótese de trabalho é a de que a ausência de um modelo formal de produção — dotado de arquitetura de referência, pipeline qualificado e matrizes de rastreabilidade — constitui um fator determinante para a dispersão das inovações tecnológicas nas redes públicas.

O objetivo deste artigo é apresentar a concepção do Núcleo de Desenvolvimento de Artefatos Digitais Educacionais, denominado Brinquedoteca, como um modelo de Fábrica de Software Educacional voltado a redes públicas municipais. A proposta articula diretrizes de descrição arquitetural da ISO/IEC/IEEE 42010, disciplinas de Engenharia de Software abordadas pelo SWEBOK e um mapeamento inicial de recursos digitais a habilidades da BNCC. Sua demonstração preliminar compreende quatro artefatos digitais, tendo a Escola Municipal Edilênio Silva e Souza, em Saquarema (RJ), como contexto de referência para futura aplicação.

O escopo desta etapa compreende a proposição do modelo e sua demonstração preliminar por meio dos artefatos AlfaZenda, ARTrunfo, Sistema Solar e O Segredo das Estrelas. A apresentação desses recursos e de seus vínculos curriculares permite discutir a organização proposta e a relação inicial entre produção de software e planejamento educacional, sem, contudo, demonstrar a cobertura integral do acervo previsto.

A documentação apresentada não inclui medições quantitativas de taxa de quadros por segundo (FPS), consumo de memória ou latência acompanhadas de protocolos e registros verificáveis. Por essa razão, o artigo não estabelece conclusões sobre eficiência computacional, estabilidade de execução ou adequação dos artefatos a dispositivos de baixo custo. A avaliação do desempenho computacional, com protocolo documentado, permanece prevista para uma etapa posterior.

Também não são apresentados testes com estudantes, professores ou gestores escolares. Consequentemente, os resultados desta etapa não permitem concluir sobre aprendizagem, engajamento, usabilidade percebida ou sustentabilidade institucional. A contribuição está delimitada à sistematização do modelo e à apresentação inicial dos recursos e de suas associações curriculares.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Ao explorar as teorias de desenvolvimento humano, que compreendem a criança como um ser ativo no processo de aprendizagem, é possível reconhecer a importância da criação de uma Brinquedoteca digital. De acordo com a perspectiva psicogenética, o desenvolvimento mental ocorre por meio de estágios sucessivos de inteligência, nos quais os jogos de exercício e simbólicos permitem que a criança reconstrua e assimile a realidade a partir de suas próprias estruturas mentais (Freitas; Almeida; Talamoni, 2020; Piaget, 1978; Sales, 2024).

Paralelamente, a teoria histórico-cultural defende que o aprendizado é um processo social e cultural mediado pela interação, em que a atividade lúdica é capaz de criar uma Zona de Desenvolvimento

Proximal (ZDP), permitindo ao sujeito atuar além de seu comportamento habitual (Candanda et al., 2026; Freitas; Almeida; Talamoni, 2020; Vygotsky, 1998). Essa base é complementada pela visão dialética que integra a afetividade, o movimento e a inteligência como campos funcionais indissociáveis, ressaltando que o desenvolvimento é marcado por conflitos e rupturas que impulsionam novas formas de representação (Freitas; Almeida; Talamoni, 2020; Galvão, 2024; Wallon, 1995).

As perspectivas histórico-culturais oferecem fundamentos para considerar a interação social e a mediação simbólica na concepção de recursos educacionais. No desenvolvimento de software, esses fundamentos podem orientar requisitos relacionados à comunicação, à colaboração e à intervenção docente. Entretanto, a interação do estudante com uma interface digital não equivale, por si só, à interação social descrita por essas perspectivas (Vygotsky, 1998).

No modelo proposto, tais fundamentos constituem orientações para a elaboração de requisitos pedagógicos. A demonstração de sua aplicação exige identificar as funcionalidades correspondentes e explicar como elas possibilitam atividades mediadas ou colaborativas. Seus efeitos sobre a aprendizagem deverão ser examinados em estudos posteriores.

As abordagens construtivistas e construcionistas oferecem diretrizes técnicas para que o sistema promova a autonomia e a reflexão crítica do aprendiz. Requisitos baseados no construtivismo preconizam que o software deve permitir escolhas durante a interação e propor múltiplas soluções possíveis, favorecendo o

desequilíbrio e a reequilibração cognitiva (Freitas; Almeida; Talamoni, 2020; Henrique; Silva, 2017; Piaget, 1978).

No construcionismo, o potencial pedagógico é ampliado ao permitir que o usuário não apenas consuma desafios, mas crie novos problemas para outros jogadores, tornando a construção do conhecimento um ato tangível (Henrique et al., 2015; Sales, 2024). Para que esse processo seja significativo, os conteúdos devem ser planejados de forma hierárquica e relacionados aos conhecimentos prévios do aluno, assegurando que o novo saber se ancore em estruturas cognitivas já existentes (Freitas; Almeida; Talamoni, 2020).

A eficácia pedagógica do artefato digital também depende da integração de teorias psicológicas contemporâneas sobre processamento de informação e diversidade cognitiva. A Teoria da Aprendizagem Multimídia sugere que o software deve estimular diferentes canais de processamento sensorial de forma equilibrada para evitar a sobrecarga cognitiva (Henrique et al., 2015; Henrique; Silva, 2017; Henrique-Cunha et al., 2016). Em conjunto, a Teoria das Inteligências Múltiplas tem sido empregada para fundamentar sistemas adaptativos que identificam o perfil do usuário e ajustam as atividades às suas preferências e ao seu estado afetivo (Henrique et al., 2015; Sales, 2024).

A criação de softwares educacionais para a rede pública brasileira deve estar alinhada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que consagra a cultura digital e a ludicidade como eixos estruturantes. A BNCC estabelece, para a Educação Infantil, direitos de aprendizagem como brincar, conviver e explorar, os quais podem ser traduzidos em requisitos funcionais de interface e em mecânicas de

interação, inclusive em Realidade Aumentada (Brasil, 2017; Freitas; Almeida; Talamoni, 2020; Sales, 2024).

A ludicidade, nesse contexto da educação digital, não é um recurso acessório, mas uma dimensão constitutiva da aprendizagem que preserva a centralidade da infância e garante o engajamento emocional necessário para a assimilação de conceitos complexos (Freitas; Almeida; Talamoni, 2020; Kishimoto, 2003; Sales, 2024). Nessa perspectiva, a convergência entre rigor técnico (DSR/SWEBOK) e intencionalidade pedagógica constitui condição para que o artefato digital contribua para a inovação sustentável no ambiente escolar (Brasil, 2017; Hevner et al., 2004; Sales, 2024).

No campo da ludicidade, autores clássicos sustentam que o brincar, o jogo e a atividade simbólica são dimensões constitutivas da aprendizagem e do desenvolvimento cognitivo. Piaget (1978) demonstra como os jogos de exercício, simbólicos e de regras refletem estruturas mentais assimiladoras pelas quais a criança reconstrói a realidade. Vygotsky (1998) argumenta que a brincadeira cria uma Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), permitindo ao sujeito atuar além de seu comportamento habitual mediante mediação simbólica. Complementarmente, Fröbel (2001) e Kishimoto (2003) enfatizam que o jogo educativo não é mero recurso auxiliar pedagógico, mas uma prática cultural complexa capaz de articular linguagem, imaginação e regras. Esses aportes garantem que os artefatos digitais concebidos preservem a essência lúdica e a centralidade da infância.

No âmbito da inserção de tecnologias na educação pública, o diagnóstico formulado pelo Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB, 2022) aponta que a mera disponibilização de

hardware não se converte automaticamente em melhoria da aprendizagem. Requer-se governança, formação docente e intencionalidade pedagógica respaldada pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (Brasil, 2013) e pela BNCC (Brasil, 2017). No campo das Tecnologias Imersivas, a Realidade Aumentada (RA) caracteriza-se pela combinação, em tempo real, de objetos virtuais e do ambiente físico (Azuma et al., 2001). Revisões e mapeamentos sobre seu uso na educação básica apontam contribuições para os aspectos emocionais e para a aquisição de conhecimento, mas também a predominância de usos demonstrativos e a escassez de estudos que avaliem o conteúdo trabalhado (Dantas; Andrade, 2022; Klettemberg; Tori; Huanca, 2021).

3. FÁBRICA DE SOFTWARE

O conceito de Fábrica de Software, consagrado na Engenharia de Software, refere-se à industrialização e padronização do processo de desenvolvimento de sistemas computacionais, priorizando reuso de componentes, divisão formal de papéis, automação de etapas e controle rigoroso de qualidade (IEEE Computer Society, 2024). Transposta para o contexto educacional, essa lógica não implica a mecanização do ato pedagógico, mas a instituição de uma estrutura organizada capaz de traduzir demandas curriculares abstratas em produtos de software funcionais e manuteníveis.

Para conferir rigor metodológico à concepção do modelo, adota-se a Design Science Research (DSR) (Bax, 2013; Galvão; Madureira; Schneider, 2024; Hevner et al., 2004; Oliveira; Neves, 2019). A DSR orienta a criação e avaliação sistemática de artefatos voltados à resolução de problemas práticos complexos, assegurando

contribuição científica a partir do processo de engenharia do conhecimento.

Segundo a abordagem da *Design Science Research* (DSR) proposta por Hevner et al. (2004), a avaliação de um artefato nos ciclos iniciais de pesquisa visa verificar sua exequibilidade técnica e sua consistência arquitetural. Nessa fase, o foco investigativo pode concentrar-se no funcionamento do sistema e na rastreabilidade de seus componentes em ambiente controlado. Para isso, os autores admitem métodos de avaliação analíticos, descritivos e de teste, que permitem examinar a utilidade e a viabilidade da solução antes de sua aplicação prática em larga escala. É nesse sentido que se situa a Prova de Conceito (PoC) apresentada neste artigo.

Hevner et al. (2004) sustentam que o rigor científico na DSR não depende exclusivamente de ensaios empíricos com participantes, mas do emprego de métodos adequados ao problema, como avaliações analíticas e descritivas, entre as quais se incluem a verificação de rastreabilidade e a análise de desempenho. Dessa forma, busca-se identificar e corrigir previamente falhas de código ou limitações de infraestrutura, antes que variáveis relacionadas ao uso interfiram na análise. Trata-se de uma estratégia legítima para preparar o artefato para futuros ciclos de teste com usuários.

A escolha da Design Science Research (DSR) justifica-se por se tratar de abordagem orientada à criação e à avaliação de artefatos destinados a resolver problemas reais (Hevner et al., 2004). No cenário da educação pública, essa abordagem permite enfrentar a fragmentação e a falta de continuidade institucional que costumam afetar projetos tecnológicos (CIEB, 2022). A DSR legitima o desenvolvimento de artefatos tecnológicos como um meio rigoroso

de produção de conhecimento científico (Bax, 2013). Assim, a metodologia orienta a verificação progressiva da utilidade e da viabilidade técnica da intervenção proposta em seu ambiente-alvo (Sales, 2024).

No contexto arquitetural, o processo geralmente começa com a identificação de um problema relevante, como baixa escalabilidade, complexidade ou falta de segurança. Em seguida, o pesquisador define os objetivos da solução e projeta um artefato capaz de enfrentar essas limitações. Esse artefato pode assumir a forma de uma nova arquitetura, um padrão de decisão ou um processo sistemático de projeto. A construção deve ser fundamentada em conhecimentos existentes, requisitos organizacionais e restrições técnicas. Dessa forma, a arquitetura é desenvolvida de modo intencional e não apenas por tentativa e erro.

Seu foco não está apenas em descrever fenômenos, mas em produzir conhecimento por meio da construção de soluções inovadoras (Hevner et al., 2004). Assim, a DSR aproxima a investigação acadêmica das necessidades concretas da engenharia de software, buscando modificar a realidade, trazendo soluções possíveis por meio da proposta de artefatos (Oliveira; Neves, 2019). No contexto da rede municipal, isso significa transformar iniciativas docentes isoladas em modelos de governança formal e sustentável (Brasil, 2013). O resultado esperado é uma contribuição útil, rigorosa e justificável cientificamente para o campo da informática na educação (Hevner et al., 2004).

Ao transpor essa lógica para o ecossistema da educação básica, o modelo de "Brinquedoteca" atua como um artefato organizacional que sistematiza a tradução de requisitos pedagógicos,

fundamentados na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em especificações técnicas rastreáveis. Essa estruturação é essencial para superar a natureza experimental e efêmera de projetos de Realidade Aumentada (RA) e Virtual (RV), garantindo que a inovação não dependa de esforços individuais, mas de um processo de engenharia institucionalizado e documentável.

Neste estágio inicial, a avaliação limita-se a uma Prova de Conceito (PoC) técnica, centrada na apresentação dos artefatos implementados e na verificação documental de seus vínculos curriculares. A viabilidade técnica (execução em dispositivos de baixo custo), a conformidade da descrição arquitetural com a ISO/IEC/IEEE 42010 e a usabilidade via inspeção heurística constituem critérios previstos para a etapa seguinte, ao passo que se postergam as métricas de engajamento, aprendizagem e eficácia pedagógica para ciclos posteriores com usuários, os quais deverão ser submetidos à apreciação ética pertinente conforme a Resolução CNS nº 510/2016 (Brasil, 2016).

A aplicação dos princípios do Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK Guide v4.0) busca assegurar sustentabilidade técnica ao processo. O pipeline da fábrica educacional contempla disciplinas formais de engenharia: Elicitação e Análise de Requisitos, Projeto de Arquitetura, Construção, Testes e Verificação & Validação (V&V), Gestão de Configuração e Manutenção (IEEE Computer Society, 2024). Essa abordagem visa mitigar a opacidade técnica, reduzir a fragilidade documental e evitar o descarte prematuro de software decorrente da rotatividade de pessoal nas redes públicas.

Para integrar a excelência técnica à intencionalidade educativa, o modelo de Arquitetura de Referência, fundamentado na norma

ISO/IEC/IEEE 42010, estabelece camadas lógicas que traduzem metadados curriculares em mecânicas de interação imersiva. Esta sistematização permite que o reuso de componentes de software não comprometa a especificidade pedagógica, de modo que artefatos em Realidade Aumentada (RA) e Virtual (RV) sejam produzidos com o rigor necessário à sua manutenção e evolução em redes de ensino distribuídas.

Dentro desse fluxo, a validação técnica é dissociada temporariamente da eficácia pedagógica em larga escala para permitir o ajuste fino da infraestrutura organizacional. Enquanto a viabilidade técnica deverá considerar o desempenho em dispositivos de baixo custo e a usabilidade deverá ser aferida, inicialmente, por inspeção heurística, critérios como engajamento, aprendizagem e eficácia pedagógica são reservados para ciclos de pesquisa posteriores. Essa distinção busca assegurar a robustez técnica do artefato antes de sua utilização em contextos reais de sala de aula.

A avaliação conduzida nesta etapa da investigação prioriza a consistência técnico-estrutural do modelo, delimitando o escopo analítico à organização da Arquitetura de Referência e do pipeline de engenharia no contexto da rede municipal. Dessa forma, a pesquisa se concentra no rigor metodológico e no registro sistemático da rastreabilidade documental entre as competências da BNCC e as funcionalidades de software produzidas. Sob o olhar da Design Science Research (DSR), a Prova de Conceito (PoC) realizada em ambiente de laboratório constitui um passo inicial para consolidar um paradigma de governança tecnológica que seja simultaneamente sustentável e auditável, capaz de verificar se a infraestrutura organizacional proposta suporta a produção

sistemática de artefatos antes de sua eventual transposição para a interação humana em larga escala.

Assim, a validação estrutural do *pipeline* e da Arquitetura de Referência em ambiente de laboratório busca atender aos critérios de exequibilidade técnica da *Design Science Research* e preparar o software para etapas posteriores de aplicação pedagógica, após a verificação documentada de sua estabilidade e de seu desempenho. Essa estratégia permite reduzir falhas operacionais antes do envolvimento de participantes e oferece base técnica para fundamentar a submissão futura do protocolo de pesquisa a um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), em estrita conformidade com as diretrizes da Resolução CNS nº 510/2016.

4. ARTEFATOS DIGITAIS EDUCACIONAIS E RASTREABILIDADE CURRICULAR

A concepção de artefatos digitais educacionais abrange jogos interativos, *e-books* e recursos imersivos projetados para enriquecer o ensino na educação básica (Azuma et al., 2001). Contudo, nas redes públicas municipais, a produção desses recursos costuma ser isolada e desprovida de sustentabilidade técnica ao longo do tempo (CIEB, 2022). Essa fragilidade inicial evidencia a necessidade de modelos formais de governança no desenvolvimento de software.

Para superar a efemeridade das soluções digitais, é fundamental instituir *pipelines* estruturados de engenharia de software dentro das redes municipais de ensino (Oliveira, 2026). A adoção de processos formais garante a padronização, a documentação adequada e a manutenibilidade dos sistemas criados (IEEE Computer Society, 2024). Assim, o desenvolvimento deixa de

depender de iniciativas docentes individuais e passa a integrar uma infraestrutura institucional.

Nesse cenário, a rastreabilidade curricular emerge como o elo central que vincula as funcionalidades do software aos objetivos pedagógicos oficiais (Henrique; Silva, 2017). Trata-se do mapeamento sistemático entre os requisitos técnicos do sistema e as diretrizes normativas da educação (Brasil, 2017). Esse vínculo assegura que cada recurso digital produzido responda diretamente a uma intencionalidade educativa clara.

A Base Nacional Comum Curricular consolida a Cultura Digital como uma competência essencial para a formação crítica e reflexiva dos estudantes (Brasil, 2017). Ao estabelecer matrizes de rastreabilidade, os desenvolvedores garantem que elementos como cenários e mecânicas estejam alinhados às habilidades curriculares (Freitas; Almeida; Talamoni, 2020). Dessa forma, o artefato deixa de ter um caráter puramente recreativo para assumir papel estruturante na aprendizagem.

A fundamentação em teorias do desenvolvimento humano sustenta que a mediação por signos digitais potencializa a construção do conhecimento no ambiente escolar (Candanda et al., 2026). Catálogos de requisitos pedagógicos auxiliam a traduzir esses pressupostos teóricos em especificações técnicas funcionais durante a engenharia (Henrique; Silva, 2017). Essa integração teórica visa assegurar que o software estimule a autonomia e a colaboração entre os alunos.

A organização lógica desses artefatos apoia-se em Arquiteturas de Referência normatizadas que estruturam o código em camadas

reutilizáveis (ISO/IEC/IEEE, 2022). Esse arranjo técnico permite que componentes de software sejam reaproveitados em diferentes disciplinas sem perder a coerência pedagógica (Oliveira, 2026). Com isso, busca-se ampliar a eficiência produtiva das equipes e a consistência técnica dos sistemas.

A adoção da *Design Science Research* orienta a criação e a avaliação sistemática desses artefatos organizacionais no contexto educacional (Hevner et al., 2004). A DSR assegura que a solução construída responda a um problema real da gestão pública com rigor acadêmico (Bax, 2013). Por meio de ciclos iterativos, o modelo de produção deverá ser continuamente aprimorado e auditado.

A rastreabilidade documental e a conformidade arquitetural combatem diretamente a opacidade técnica e a rotatividade de pessoal no setor público (CIEB, 2022). Quando os requisitos pedagógicos e técnicos estão devidamente registrados, a memória tecnológica do município permanece preservada (Oliveira, 2026). Essa governança tende a favorecer a continuidade dos projetos digitais a longo prazo.

Espera-se que a articulação entre engenharia de software e rastreabilidade curricular contribua para transformar a produção de tecnologias educacionais nas escolas públicas (Freitas; Almeida; Talamoni, 2020). O resultado pretendido é a oferta de recursos imersivos robustos, alinhados à BNCC e capazes de promover uma cultura digital sustentável (Brasil, 2017). Trata-se de um avanço potencial para a inovação pedagógica e a gestão educacional.

5. SUSTENTABILIDADE DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS EM REDES PÚBLICAS

O sistema educacional público brasileiro enfrenta o desafio histórico de elevar a qualidade do ensino-aprendizagem no contexto da sociedade da informação. Nesse cenário, a promoção da inclusão digital deixa de ser um mero diferencial complementar e passa a figurar como um imperativo de equidade social e cidadania, essencial para preparar os estudantes para as demandas contemporâneas.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) consolida essa exigência ao consagrar a Cultura Digital como uma de suas dez competências gerais para a educação básica. O documento normativo estabelece que o estudante deve compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de forma crítica, reflexiva, significativa e ética em suas diversas práticas sociais (Brasil, 2017).

Entretanto, a evolução normativa contrasta com a realidade operacional das redes públicas municipais, onde se verifica um recorrente descompasso entre os recursos tecnológicos adquiridos e a prática pedagógica efetiva. Diagnósticos do Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB) apontam que a simples distribuição de infraestrutura e *hardware* não se converte automaticamente em melhoria da aprendizagem (CIEB, 2022).

Em municípios de pequeno e médio porte, essa assimetria traduz-se em iniciativas digitais fragmentadas e dependentes do esforço isolado de docentes. Projetos promissores envolvendo jogos educativos, *e-books* interativos e Realidade Aumentada (RA) costumam estagnar quando o professor responsável se afasta ou quando o projeto acadêmico de origem se encerra.

A causa primária dessa descontinuidade reside na ausência de uma estrutura organizacional e técnica que garanta a sustentabilidade dos softwares educacionais a longo prazo. Sem processos formais de manutenção, controle de versão e documentação técnica, os artefatos digitais tornam-se rapidamente obsoletos ou inexecutáveis nos dispositivos escolares.

Para superar esse ciclo de descarte e desperdício de recursos públicos, torna-se indispensável instituir um modelo formal de governança tecnológica. A governança permite transformar projetos pontuais em ativos educacionais permanentes do sistema municipal de ensino, conferindo institucionalidade e continuidade à inovação pedagógica.

A fundamentação metodológica para essa transformação apoia-se na Engenharia de Software Educacional e nos princípios do *Software Engineering Body of Knowledge* (SWEBOK Guide v4.0). Sob essa ótica, a criação de uma Fábrica de Software Educacional estabelece um *pipeline* formal que abrange desde a elicitação de requisitos até as etapas de testes e Verificação & Validação (V&V).

A sustentabilidade técnica da fábrica requer a adoção de uma Arquitetura de Referência alinhada à norma ISO/IEC/IEEE 42010. A organização do software em camadas lógicas (persistência de dados, motor de regras pedagógicas, serviços imersivos e interface de usuário) favorece a modularidade e o reuso de componentes.

A viabilidade pedagógica do artefato digital exige uma rigorosa matriz de rastreabilidade curricular em relação às diretrizes da BNCC. A rastreabilidade garante que cada funcionalidade técnica, cena tridimensional ou mecânica de interação responda

diretamente a uma habilidade ou competência curricular específica, permitindo a auditabilidade do acervo.

Para integrar as teorias de aprendizagem ao desenvolvimento de sistemas, o reuso de requisitos pedagógicos catalogados, como os do EduCatalog4RE (Henrique; Silva, 2017), contribui para evitar a opacidade técnica no processo de concepção. Requisitos ancorados no Construtivismo e no Sócio-Interacionismo fornecem as diretrizes funcionais necessárias para que o software estimule a autonomia e a reflexão crítica.

Do ponto de vista do desenvolvimento infantil, os artefatos digitais devem preservar a centralidade do brincar e da mediação lúdica, conforme sustentam Piaget (1978), Vygotsky (1998) e Wallon (1995). As tecnologias imersivas podem atuar como mediadores simbólicos, favorecendo intervenções na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) no ambiente escolar.

A condução investigativa desse paradigma organizacional fundamenta-se na *Design Science Research* (DSR), metodologia voltada à solução de problemas práticos complexos. A DSR orienta a concepção, prototipagem e avaliação sistemática do modelo de produção como um meio rigoroso de geração de conhecimento científico.

Nos estágios iniciais de engenharia do modelo, a validação é conduzida estritamente em caráter de Prova de Conceito (PoC) técnica em ambiente de laboratório. A realização de *profiling* de hardware, prevista para a próxima etapa, com medição da estabilidade de quadros por segundo (FPS) e do consumo de

memória, permitirá isolar as variáveis puramente tecnológicas das variáveis cognitivas humanas antes dos testes com usuários.

A sustentabilidade financeira depende de projetar artefatos imersivos capazes de executar com eficiência em dispositivos móveis de baixo custo das escolas públicas. A utilização de motores de jogos de licença educacional gratuita tende a prevenir a dependência de orçamentos adicionais insustentáveis para as secretarias municipais.

Nessa perspectiva, a edificação de um modelo sustentável de produção de artefatos digitais pode contribuir para preencher o hiato entre a compra de computadores e a efetiva melhoria da qualidade do ensino. A convergência entre SWEBOK, ISO/IEC/IEEE 42010, rastreabilidade BNCC e DSR busca oferecer às redes públicas condições para uma inserção digital duradoura, alinhada à igualdade de direitos de aprendizagem.

6. MÉTODO

A fundamentação metodológica desta pesquisa apoia-se na *Design Science Research* (DSR), abordagem aplicada que orienta o trabalho para a resolução de problemas práticos e complexos no ambiente educacional público. Empregou-se a DSR para ir além da mera descrição de fenômenos, concentrando o desenvolvimento na criação e avaliação sistemática de uma solução tecnológica e organizacional. No contexto da rede municipal de ensino, o método viabiliza a transformação de iniciativas digitais isoladas em um paradigma formal de governança e produção contínua de software.

Para promover a criação estruturada dos artefatos digitais, articulou-se a DSR aos princípios da Engenharia de Software fundamentados

no SWEBOK e na norma ISO/IEC/IEEE 42010. Essa integração permitiu construir um *pipeline* formal de desenvolvimento e uma Arquitetura de Referência organizada em camadas lógicas para sustentação de jogos e recursos imersivos em Realidade Aumentada e Virtual. O processo prevê a rastreabilidade curricular sistemática entre as funcionalidades técnicas do sistema e as competências estabelecidas pela BNCC.

Durante a etapa de elicitação e modelagem do artefato no ciclo da DSR, foram utilizados catálogos de requisitos pedagógicos padronizados, com destaque para o EduCatalog4RE (Henrique; Silva, 2017). Essa sistematização buscou assegurar que a concepção do software incorporasse teorias de aprendizagem e desenvolvimento humano — como o Construtivismo e o Sócio-Interacionismo — de forma explícita, estruturada e auditável. Com isso, planejou-se o sistema para que atue não como uma ferramenta puramente técnica, mas como um mediador pedagógico intencional.

Nesta fase, a avaliação limita-se à proposição do modelo, à apresentação dos artefatos implementados e à análise documental da correspondência entre esses artefatos e as habilidades da BNCC selecionadas (Quadro 1). Observações de funcionamento não são utilizadas como comprovação de eficiência computacional, e a avaliação quantitativa de desempenho será realizada em etapa posterior, conforme detalhado na Seção 8.1.

7. MODELO PROPOSTO: BRINQUEDOTECA COMO FÁBRICA DE SOFTWARE EDUCACIONAL

O modelo proposto concebe a Brinquedoteca como uma Fábrica de Software Educacional voltada à rede municipal de ensino. Sua

finalidade é superar a fragmentação de iniciativas isoladas, instituindo um processo sistemático e sustentável de produção digital. A proposta formaliza a governança tecnológica ao padronizar etapas, promover o reuso de componentes e organizar papéis de desenvolvimento. Com isso, busca-se assegurar a transposição rigorosa de diretrizes curriculares em recursos educacionais manuteníveis e de alta qualidade.

A arquitetura do modelo fundamenta-se na norma ISO/IEC/IEEE 42010, estruturando o software em camadas lógicas reusáveis. O pipeline de produção é guiado pelas disciplinas de engenharia descritas no SWEBOK, contemplando requisitos, projeto, construção e testes. Um plano de artefatos por série prevê que cada ano escolar venha a dispor de pelo menos um recurso digital alinhado às habilidades da BNCC, meta ainda não integralmente alcançada (ver Seção 8.1). A rastreabilidade pedagógica visa garantir a vinculação transparente entre os requisitos funcionais do sistema e as metas educativas.

A operacionalização contempla a concepção de jogos interativos, e-books e ambientes em Realidade Aumentada e Virtual. As soluções desenvolvidas deverão ser hospedadas em portais institucionais das escolas e organizadas por um portal agregador da rede municipal. Adotando a Design Science Research (DSR), o modelo é submetido, nesta etapa, à análise técnico-documental e à demonstração por Prova de Conceito. A consolidação de um acervo digital auditável, cuja execução em dispositivos móveis da rede pública seja comprovadamente viável, depende das avaliações previstas para os ciclos seguintes.

8. PROVA DE CONCEITO

As Provas de Conceito do modelo foram conduzidas em ambiente controlado de laboratório, com artefatos desenvolvidos em *engines* como o Unity 6. As medições de *profiling* de hardware previstas para a avaliação técnica (estabilidade de quadros por segundo, consumo de memória e latência de sensores periféricos) ainda não foram documentadas em protocolo reproduzível e, por isso, não são apresentadas como evidência de desempenho (ver Seção 8.1).

Prototiparam-se recursos imersivos e interativos para demonstrar a exequibilidade do *pipeline* de produção. Entre as aplicações desenvolvidas destacam-se os jogos *AlfaZenda* e *ARTrunfo* com suporte à Realidade Aumentada. Também foram desenvolvidos o ambiente virtual tridimensional *Sistema Solar* e o *e-book O Segredo das Estrelas*.

8.1. Delimitação da Implementação e Rastreabilidade Curricular

O projeto de pesquisa que originou este artigo prevê a produção progressiva de artefatos digitais educacionais para todas as séries contempladas em seu plano de cobertura curricular. Essa abrangência constitui uma meta de desenvolvimento do modelo de Fábrica de Software Educacional, e não uma condição integralmente alcançada nesta etapa da investigação. Até o momento, a implementação abrange apenas parte do acervo planejado, incluindo os artefatos AlfaZenda, ARTrunfo, Sistema Solar e O Segredo das Estrelas, apresentados nesta Prova de Conceito.

Nesta etapa, a Prova de Conceito apresenta os artefatos implementados como demonstração preliminar da aplicação do modelo proposto. As medições de taxa de quadros por segundo (FPS), consumo de memória e latência ainda não foram

documentadas em um protocolo experimental reproduzível. Portanto, não são estabelecidas conclusões quantitativas sobre eficiência computacional, estabilidade ou desempenho em dispositivos de baixo custo. A avaliação dessas propriedades permanece prevista para um ciclo posterior, com identificação dos equipamentos, condições de execução, número de repetições, critérios de aceitação e resultados obtidos.

A avaliação realizada possui, portanto, caráter parcial e delimitado aos artefatos implementados e às funcionalidades efetivamente examinadas. Sua finalidade é demonstrar a aplicação inicial do modelo de produção e documentar a relação entre os recursos desenvolvidos e as habilidades curriculares selecionadas. Não se pretende, nesta etapa, comprovar a cobertura de todas as séries previstas no projeto originador, nem generalizar os resultados técnicos dos artefatos avaliados para recursos ainda não implementados.

Para explicitar essa delimitação, o Quadro 1 apresenta o mapeamento curricular dos quatro artefatos citados nesta Prova de Conceito. Os anos escolares e os códigos da BNCC registrados representam os vínculos curriculares atribuídos a esses recursos, que devem ser justificados pela correspondência entre as habilidades selecionadas e suas funcionalidades. O quadro não constitui um inventário completo do acervo previsto no projeto de pesquisa e não demonstra, isoladamente, que todas as habilidades indicadas foram contempladas em sua extensão ou que sua aprendizagem foi alcançada pelos estudantes.

Quadro 1. Mapeamento curricular dos artefatos implementados e apresentados na Prova de Conceito

Artefato	Ano/série de destino	Tipo	Código(s) BNCC vinculado(s)
AlfaZenda	1º ano EF	Jogo em RA	EF01LP02; EF01LP04
ARTrunfo	3º ao 5º ano EF	Jogo em RA	EF35LP01; EF04MA25
Sistema Solar	4º ao 6º ano EF	Ambiente em RV	EF05CI11; EF06CI13
O Segredo das Estrelas	2º ao 4º ano EF	E-book interativo em RA	EF02LP26; EF04CI10

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O mapeamento apresentado abrange recursos associados a Língua Portuguesa, Matemática e Ciências e indica a diversidade curricular do subconjunto implementado. Entretanto, a indicação de uma faixa de anos escolares para determinado artefato não equivale à comprovação de cobertura específica de cada ano dessa faixa. No Quadro 1, por exemplo, não há habilidade do 4º ano associada ao Sistema Solar, nem habilidade do 3º ano associada a O Segredo das Estrelas. Para demonstrar tal cobertura, é necessário identificar, por ano escolar, as habilidades selecionadas, as atividades implementadas e as evidências que sustentam sua correspondência.

Os resultados desta Prova de Conceito devem ser interpretados como evidências iniciais da aplicação do modelo aos artefatos apresentados, respeitando o alcance dos procedimentos técnicos e documentais efetivamente realizados. A implementação parcial permite examinar decisões de arquitetura, etapas do processo de

produção e vínculos curriculares, mas não comprova, por si só, a capacidade de produção contínua em escala municipal, a sustentabilidade institucional ou a cobertura integral do plano curricular.

A implementação dos demais artefatos permanece prevista para ciclos posteriores do projeto. A expansão do acervo deverá ser acompanhada da atualização da matriz de rastreabilidade e da documentação de requisitos, funcionalidades, testes e resultados de cada novo recurso. Desse modo, o artigo distingue a abrangência planejada da fábrica educacional das entregas efetivamente realizadas e situa a Prova de Conceito como uma etapa inicial de desenvolvimento e avaliação do modelo.

9. DISCUSSÃO

A criação de jogos e aplicativos para escolas exige abandonar métodos improvisados e adotar a Engenharia de Software. A ideia de uma fábrica de software na educação ajuda a organizar e padronizar o desenvolvimento dos recursos digitais. Esse modelo permite reutilizar partes de código, manter o controle de qualidade e planejar cada etapa de criação. Com essa estrutura, pretende-se que os programas deixem de ser ferramentas passageiras e se tornem recursos duradouros.

Essa estrutura é necessária porque projetos de tecnologia nas escolas públicas costumam ser isolados e durar pouco tempo. Muitas iniciativas promissoras nascem da dedicação de professores, mas acabam abandonadas por falta de suporte e manutenção. Quando não existe uma organização que conecte o aplicativo aos objetivos de ensino, o recurso perde a utilidade. Por isso, uma gestão

formal é essencial para evitar o desperdício de investimentos públicos em tecnologia.

No município de Saquarema, o projeto da Brinquedoteca surge para atender a essa demanda em 46 escolas municipais. A proposta prevê a criação de um núcleo de desenvolvimento focado em produzir materiais digitais para mais de 11 mil estudantes. A Escola Municipal Edilênio Silva e Souza foi definida como contexto de referência e futura unidade piloto do modelo. Essa escolha deverá permitir avaliações em ambiente delimitado antes da expansão da proposta para toda a rede.

O cenário atual da rede mostra iniciativas promissoras, mas que ainda funcionam de forma separada e sem padronização. O principal exemplo é o projeto Brinquedoteca Digital, que indicou o potencial da Realidade Aumentada nas aulas. Porém, essa experiência mostrou que ações isoladas não conseguem chegar sozinhas a todas as escolas da cidade. O grande desafio é construir uma estrutura formal que organize, mantenha e amplie o uso desses softwares.

O objetivo ao longo dos anos é garantir que todas as turmas da educação básica contem com materiais digitais próprios. Busca-se assegurar que cada ano escolar disponha de pelo menos um recurso alinhado ao currículo da BNCC. A meta é construir um acervo permanente, no qual cada jogo ou atividade responda a uma habilidade de ensino. Dessa forma, garante-se que os recursos continuem disponíveis e úteis mesmo com trocas de gestão.

Para aplicar e expandir o modelo na rede, projetou-se uma arquitetura técnica organizada em camadas. O sistema funcionará

conectado a um portal central da prefeitura e a portais próprios de cada escola municipal. Esse formato em dois níveis permite levar o projeto a todas as unidades sem apagar a identidade de cada escola. A padronização deverá facilitar a inclusão segura de novos jogos e aplicativos.

A criação dos softwares foi orientada pela Design Science Research. Nesta etapa, a avaliação restringiu-se à demonstração dos artefatos em laboratório e à análise documental de seus vínculos curriculares. A medição sistemática do desempenho em celulares e tablets, incluindo a estabilidade de quadros por segundo e o uso de memória no motor Unity 6, permanece prevista para o próximo ciclo, com protocolo reproduzível. Essa sequência permite tratar primeiro as variáveis técnicas e, posteriormente, mediante apreciação ética, as variáveis relacionadas aos usuários.

Como resultados desta etapa, a pesquisa apresenta o modelo do núcleo de desenvolvimento, o mapeamento curricular inicial dos artefatos implementados e sua demonstração preliminar por meio da Prova de Conceito. A matriz curricular completa e um guia de implantação para as escolas permanecem como entregas previstas para os próximos ciclos. Esse conjunto busca construir uma ponte sustentável para unir engenharia de software e ensino de qualidade na rede pública. O modelo oferece uma contribuição prática e científica que, após as avaliações previstas, poderá ser adaptada por outros municípios.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Este artigo apresentou o modelo de Fábrica de Software Educacional "Brinquedoteca" como resposta à fragmentação

histórica das iniciativas de tecnologia digital nas redes públicas municipais de ensino. A principal contribuição do trabalho reside na proposição de uma Arquitetura de Referência fundamentada na ISO/IEC/IEEE 42010, articulada a um pipeline de engenharia orientado pelo SWEBOK e a um mecanismo de rastreabilidade curricular que vincula cada artefato digital produzido a habilidades específicas da BNCC. Diferentemente de experiências pontuais relatadas na literatura, o modelo proposto desloca o eixo da discussão da produção isolada de jogos e recursos imersivos para a institucionalização de um processo de governança tecnológica replicável, concebido tendo a rede municipal de Saquarema (RJ) como contexto de referência e demonstrado preliminarmente por meio dos artefatos AlfaZenda, ARTrunfo, Sistema Solar e O Segredo das Estrelas.

É necessário, contudo, delimitar com precisão o alcance dos resultados obtidos. A validação conduzida neste ciclo de pesquisa restringiu-se a uma Prova de Conceito técnica em ambiente de laboratório, concentrada na apresentação dos artefatos implementados e na verificação documental da rastreabilidade entre requisitos técnicos e habilidades da BNCC. O profiling de hardware (estabilidade de quadros por segundo, consumo de memória e latência de sensores) ainda não foi documentado em protocolo reproduzível e, por isso, não sustenta conclusões sobre desempenho. Até o presente momento, nenhum teste foi realizado com usuários reais, sejam estudantes, professores ou gestores escolares, o que significa que não há, nesta etapa, evidência empírica sobre engajamento, usabilidade percebida ou eficácia pedagógica dos artefatos produzidos. A ausência dessa validação com participantes humanos constitui a limitação central deste trabalho, e qualquer leitura dos resultados deve considerar que

viabilidade técnica e eficácia educacional são dimensões distintas, sendo apenas a primeira delas objeto desta investigação.

Outra limitação refere-se à abrangência da implementação. Embora o projeto de pesquisa originador preveja artefatos para todas as séries contempladas em seu plano curricular, apenas parte desse acervo foi implementada até o momento. Consequentemente, a Prova de Conceito apresentada não demonstra cobertura curricular integral, mas a aplicação inicial do modelo a um subconjunto de recursos. A continuidade da investigação deverá ampliar o acervo e verificar, por ano escolar, a correspondência entre habilidades da BNCC, funcionalidades implementadas e evidências de avaliação.

Como próximos ciclos de pesquisa, propõe-se, em um primeiro momento, a submissão do protocolo de testes com usuários ao Comitê de Ética em Pesquisa, em conformidade com a Resolução CNS nº 510/2016, de modo a viabilizar estudos de usabilidade e engajamento com estudantes da Escola Municipal Edilênio Silva e Souza, unidade piloto do projeto. Em um segundo momento, recomenda-se a condução de estudos de campo que avaliem a aprendizagem efetiva das habilidades da BNCC mapeadas, comparando grupos de uso da plataforma com grupos de controle.

Por fim, a expansão para outras unidades escolares deverá ocorrer de maneira gradual, acompanhada de indicadores de custo operacional, esforço de manutenção, reutilização de componentes, continuidade das entregas e cobertura curricular, de modo a testar empiricamente a hipótese de sustentabilidade institucional que fundamenta a proposta. A Brinquedoteca constitui, portanto, uma proposta de organização da produção de software educacional com potencial de aplicação em redes públicas municipais. A confirmação

de sua sustentabilidade e replicabilidade dependerá de avaliações técnicas, pedagógicas e institucionais posteriores, apoiadas em evidências verificáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZUMA, Ronald et al. Recent advances in augmented reality. **IEEE Computer Graphics and Applications,** v. 21, n. 6, p. 34-47, 2001.

BAX, Marcello Peixoto. Design science: filosofia da pesquisa em ciência da informação e tecnologia. **Ciência da Informação,** Brasília, DF, v. 42, n. 2, p. 298-312, maio/ago. 2013. DOI: 10.18225/ci.inf.v42i2.1388. Disponível em: https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/1388. Acesso em: 15 out. 2026.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, DF, p. 44-46, 24 maio 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC):** educação infantil e ensino fundamental. Brasília, DF: MEC, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica.** Brasília, DF: MEC, SEB, DICEI, 2013.

CANDANDA, A. C. et al. Teoria do desenvolvimento humano na perspectiva de Vygotsky e sua influência na aprendizagem. **Revista FT,** v. 30, n. 158, p. 1-7, 2026.

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA (CIEB). **Relatório Guia Edutec:** diagnóstico do nível de adoção de tecnologia nas escolas públicas brasileiras em 2022. São Paulo: CIEB, 2022. E-book (PDF). Disponível em: https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2022/12/2022-12-12-Relatorio-Guia-Edutec.pdf. Acesso em: 6 nov. 2026.

DANTAS, Júlio César da Silva; ANDRADE, Adja Ferreira de. O uso da realidade aumentada na educação básica brasileira: um mapeamento sistemático. **RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação,** Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 315-327, 2022. DOI: 10.22456/1679-1916.126679. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/126679. Acesso em: 6 nov. 2026.

FREITAS, N. A. O.; ALMEIDA, N. M. C. B.; TALAMONI, A. C. B. Educação infantil na base nacional comum curricular: pressupostos epistemológicos em Piaget, Vigotsky e Wallon. **EDUCERE - Revista da Educação,** Umuarama, v. 20, n. 2, p. 259-278, jul./dez. 2020.

FRÖBEL, Friedrich. **A educação do homem.** Tradução: Maria Helena Camargo. Passo Fundo: Editora UPF, 2001.

GALVÃO, Izabel. **Henri Wallon:** uma concepção dialética do desenvolvimento infantil. 24. ed. Petrópolis: Vozes, 2024.

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. Disponível em:

https://revistaboletimconjuntura.com.br/boca/article/view/4903. Acesso em: 18 ago. 2026.

HENRIQUE-CUNHA, Henrique Antunes *et al*. **Ciência, tecnologia e sociedade na educação:** perspectivas afrocêntricas e a formação brasileira. Fortaleza: Edições UFC, 2016.

HENRIQUE, Alison et al. A importância dos recursos tecnológicos no ensino de Biologia nas escolas públicas de Ji-Paraná/RO. **Revista de Educação da FAP,** Ji-Paraná, v. 4, n. 1, p. 45-58, 2015.

HENRIQUE, M. S.; SILVA, C. T. L. L. Um catálogo de requisitos pedagógicos para auxiliar o desenvolvimento de softwares educacionais. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 23., 2017, Recife. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2017. p. 1017-1026.

HEVNER, A. R. et al. Design science in information systems research. **MIS Quarterly,** v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.

IEEE COMPUTER SOCIETY. **Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK Guide).** Version 4.0. IEEE, 2024.

ISO/IEC/IEEE. **ISO/IEC/IEEE 42010:2022:** Software, systems and enterprise — Architecture description. Geneva: ISO, 2022.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação.** 7. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

KLETTEMBERG, Janaina Schlickmann; TORI, Romero; HUANCA, Camila Maldonado. Perspectivas mundiais sobre a realidade aumentada nos anos iniciais da educação básica. **Revista Brasileira**

de Informática na Educação, v. 29, p. 827-845, 2021. DOI: 10.5753/rbie.2021.29.0.827.

OLIVEIRA, A. S. **Brinquedoteca:** núcleo de desenvolvimento de artefatos digitais para a Rede Municipal de Educação de Saquarema. Proposta de Projeto de Pesquisa Educacional da Escola Municipal Edilênio Silva e Souza. Saquarema, 2026.

OLIVEIRA, Paulo Cristiano de; NEVES, Nathan. Aplicação do Design Science Research (DSR) em cursos superiores de tecnologia. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar,** Mossoró, v. 5, n. 13, p. 185-195, 2019. DOI: 10.21920/recei72019513185195. Disponível em: https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RECEI/article/view/1666. Acesso em: 15 out. 2026.

PIAGET, Jean. **O nascimento da inteligência na criança.** Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente:** o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WALLON, Henri. **A evolução psicológica da criança.** Lisboa: Edições 70, 1995.