CIÊNCIA EM JOGO: CONSTRUINDO PROJETOS CIENTÍFICOS

Cinara Wanderléa Felix Bezerra [1]

1. INTRODUÇÃO

A educação científica contemporânea exige que a escola ultrapasse a transmissão de definições e oportunize situações em que os estudantes formulem perguntas, organizem evidências, construam explicações e comuniquem conclusões. O desenvolvimento dessas práticas não equivale à reprodução de uma sequência rígida de procedimentos: envolve decisões fundamentadas, revisão de ideias e reflexão sobre os limites das explicações. O National Research Council (2012) destaca a integração entre conhecimentos conceituais e práticas científicas como princípio para a educação básica.

No cotidiano escolar, entretanto, a passagem de um tema de interesse para uma proposta investigativa estruturada pode apresentar dificuldades (VERHOEFF e PEETERS, 2016; KRANZ, BAUR e MOLLER, 2022). Identificar uma problemática, delimitar uma pergunta, propor hipóteses, formular objetivos e selecionar procedimentos metodológicos requer compreender simultaneamente a função de cada componente e as relações entre eles. Quando esses elementos são apresentados apenas como tópicos de um roteiro, existe o risco de os estudantes memorizarem nomes sem compreender a lógica que organiza uma investigação.

Nesse contexto, os jogos didáticos podem funcionar como mediadores entre conceitos abstratos e ações concretas. A manipulação de peças, a discussão de alternativas e a comparação entre soluções criam oportunidades para explicitar raciocínios. A literatura sobre aprendizagem ativa indica resultados promissores em diferentes contextos educacionais, embora não autorize supor que qualquer atividade lúdica produza automaticamente aprendizagem (FREEMAN et al., 2014).

O jogo Ciência em Jogo: construindo projetos científicos foi concebido para tornar visíveis as conexões entre as etapas de um projeto de pesquisa. Sua proposta combina quebra-cabeças temáticos e organização espacial em tabuleiro, de modo que o

[1] Dra. Ciências Biológicas (Entomologia), Universidade Federal do Paraná, cinarawfb@gmaul.cpm;

participante identifique componentes de projetos e os relacione de forma coerente. A atividade foi inicialmente experimentada com professores de Ciências dos anos finais da rede municipal de Carnaíba, Pernambuco, durante encontros de formação continuada.

O objetivo deste trabalho é descrever a concepção e o funcionamento do recurso, sistematizar as percepções registradas em sua aplicação inicial e discutir suas possibilidades e limites como ferramenta de apoio ao ensino da metodologia científica. A análise diferencia a aceitação relatada pelos professores de evidências de aprendizagem discente, ainda não produzidas nesta etapa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Educação científica e investigação

A alfabetização científica envolve compreender conceitos, mas também reconhecer como o conhecimento é produzido, testado, debatido e comunicado. A construção de projetos escolares pode contribuir para essa formação quando as perguntas de pesquisa se vinculam a situações significativas e os procedimentos adotados guardam correspondência com aquilo que se pretende investigar. O quadro de referência do National Research Council (2012) enfatiza práticas como formular questões, planejar investigações, interpretar dados, argumentar com evidências e comunicar informações.

A elaboração de projetos deve ser compreendida como processo iterativo (PEDASTE et al. 2015). Uma hipótese pode ser reformulada depois da análise de informações; um objetivo pode demandar redefinição da pergunta; e a metodologia precisa ser ajustada às condições reais de tempo, materiais e acesso aos dados (FAJARDO, 2025). Assim, o ensino dessas etapas deve privilegiar a coerência interna do projeto, evitando a impressão de que basta preencher campos isolados de um formulário.

Na formação docente, discutir as relações entre problema, pergunta, hipótese, objetivos, metodologia e resultados esperados é especialmente relevante (WANG, 2023). Professores que experimentam recursos didáticos como participantes podem identificar dúvidas, antecipar dificuldades de mediação e planejar adaptações para diferentes turmas. Isso não substitui a avaliação sistemática do recurso, mas favorece uma primeira

apreciação de sua clareza e viabilidade pedagógica ligada a diversos tipos de ensino, incluindo o ensino por investigação (ALIEV, 2026).

A aprendizagem baseada na investigação científica constitui uma abordagem pedagógica relevante para aproximar os estudantes dos processos de produção do conhecimento, uma vez que favorece a participação ativa na formulação de perguntas, na elaboração de explicações e na análise de evidências. Nesse contexto, Pedaste et al. (2015), destacam que o ensino por investigação envolve diferentes fases inter-relacionadas, incluindo orientação, conceitualização, investigação, conclusão e discussão. Essas fases não devem ser interpretadas como uma sequência rígida, mas como componentes de um processo dinâmico, no qual os estudantes podem revisitar etapas anteriores à medida que novas informações são produzidas. Dessa forma, recursos didáticos que possibilitam visualizar e relacionar os elementos de um projeto científico podem contribuir para a compreensão da lógica investigativa, especialmente quando associados à reflexão, à argumentação e à resolução de situações-problema.

Além disso, a participação dos estudantes em práticas investigativas pode favorecer o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao pensamento crítico, à interpretação de informações e à construção de explicações fundamentadas em evidências. Furtak et al. (2012), em uma metanálise sobre o ensino de Ciências baseado em investigação, identificaram efeitos positivos dessa abordagem sobre a aprendizagem, destacando a importância da orientação docente durante as atividades. Nesse sentido, a utilização de jogos educativos voltados à elaboração de projetos científicos pode representar uma estratégia complementar para a organização do pensamento investigativo, permitindo que os participantes reconheçam a função de cada etapa e estabeleçam relações entre perguntas, hipóteses, procedimentos e resultados esperados. Entretanto, a contribuição desses recursos depende da intencionalidade pedagógica e das oportunidades de discussão e reflexão proporcionadas durante sua aplicação.

No âmbito da formação continuada de professores, a experimentação e a análise coletiva de estratégias pedagógicas constituem oportunidades para relacionar conhecimentos teóricos às demandas concretas da prática educativa. Desimone (2009) ressalta que o desenvolvimento profissional docente deve contemplar experiências de aprendizagem coerentes com os conteúdos ensinados, oportunidades de participação ativa

e processos de reflexão sobre a prática. Complementarmente, Darling-Hammond, Hyler e Gardner (2017), identificam a aprendizagem ativa, a colaboração e a reflexão entre os elementos recorrentes em experiências de desenvolvimento profissional docente consideradas eficazes. Sob essa perspectiva, a aplicação do jogo "Ciência em Jogo: construindo projetos científicos" durante a formação de professores de Ciências pode favorecer a discussão sobre possibilidades de utilização do recurso em sala de aula, a identificação de dificuldades relacionadas ao ensino da metodologia científica e a proposição de adaptações às diferentes realidades escolares, contribuindo para o planejamento de práticas pedagógicas investigativas.

2.2 Aprendizagem ativa, ludicidade e mediação

As metodologias ativas abrangem abordagens em que os aprendizes participam de tarefas cognitivamente relevantes, em vez de apenas receberem informações. Em metanálise com estudos de cursos superiores de ciências, tecnologia, engenharia e matemática, Freeman et al. (2014) identificaram vantagens médias da aprendizagem ativa em comparação com aulas predominantemente expositivas. A extrapolação direta desses resultados para professores em formação ou estudantes do ensino fundamental exige cautela, mas o estudo reforça a importância de atividades participativas (MONTERO-IZQUIERDO; JEONG & GONZÁLEZ-GÓMEZ, 2024; HUANG et al., 2025; NAZARA et al., 2026; REDONDO-DUARTE et al., 2026).

A ludicidade, por sua vez, não se reduz à diversão. Um jogo didático precisa articular objetivos de aprendizagem, regras compreensíveis, feedback e desafios compatíveis com o público. Sailer e Homner (2020), em metanálise sobre gamificação, observaram efeitos positivos médios em desfechos cognitivos, motivacionais e comportamentais, com variação conforme os desenhos e contextos. Gamificação e jogos de tabuleiro não são conceitos idênticos; a pesquisa é mobilizada aqui como referência complementar sobre elementos lúdicos, e não como validação direta do material apresentado (DETERDING et al., 2011; PLASS, HOMER e KINZER, 2015; SOUSA et al., 2025).

Em uma atividade de montagem, a discussão entre pares pode ser tão relevante quanto o produto final. Ao justificar por que determinada hipótese corresponde a uma

pergunta, o participante explicita relações conceituais e pode rever associações inicialmente intuitivas. O gabarito, nesse caso, é um instrumento de devolutiva, não um substituto para a mediação docente. A qualidade da aprendizagem depende das perguntas propostas pelo mediador e das oportunidades de reflexão após a conferência das respostas (PEDASTE et al., 2015; ASTERHAN e SCHWARZ, 2009).

A aprendizagem baseada em jogos constitui uma abordagem pedagógica que integra elementos lúdicos a objetivos educacionais previamente estabelecidos, favorecendo a participação dos estudantes em situações que exigem tomada de decisões, resolução de problemas e aplicação de conhecimentos. Plass, Homer e Kinzer (2015) destacam que os jogos voltados à aprendizagem devem ser compreendidos a partir da articulação entre aspectos cognitivos, motivacionais, afetivos e socioculturais, considerando que a experiência lúdica pode proporcionar oportunidades de experimentação, interação e construção de significados. Nessa perspectiva, a utilização de jogos didáticos no ensino de Ciências pode contribuir para tornar conceitos e procedimentos científicos mais acessíveis, especialmente quando as atividades propostas exigem que os participantes estabeleçam relações entre diferentes informações. No caso do jogo “Ciência em Jogo: construindo projetos científicos”, a organização de peças relacionadas às etapas de um projeto de pesquisa constitui uma possibilidade de representação concreta de conceitos abstratos, permitindo que os participantes visualizem a articulação entre os elementos que compõem uma investigação científica.

Outro aspecto relevante diz respeito à aprendizagem colaborativa, uma vez que as interações estabelecidas durante atividades lúdicas podem favorecer a argumentação, a negociação de significados e a construção compartilhada do conhecimento. Chen et al. (2018), em uma metanálise sobre aprendizagem colaborativa mediada por jogos, identificaram efeitos positivos dessa abordagem sobre os resultados de aprendizagem, embora esses efeitos dependam das características das atividades e das formas de interação estabelecidas entre os participantes. Nesse contexto, jogos que envolvem desafios coletivos podem estimular a discussão de diferentes possibilidades de resolução, exigindo que os participantes apresentem justificativas para suas escolhas e considerem argumentos apresentados pelos colegas. Durante a montagem de um projeto científico, por exemplo, a associação entre uma pergunta norteadora e sua respectiva hipótese pode desencadear discussões sobre a coerência das relações estabelecidas, favorecendo a

reflexão sobre os procedimentos necessários à construção de uma investigação. Assim, o potencial pedagógico do jogo não se limita à identificação das respostas corretas, mas também envolve os processos de interação e argumentação desenvolvidos durante sua utilização.

Entretanto, a presença de elementos lúdicos não garante, por si só, a aprendizagem, sendo fundamental considerar o planejamento pedagógico, a adequação dos desafios e a atuação do professor como mediador. Wouters et al. (2013), em uma metanálise sobre jogos sérios, identificaram benefícios relacionados à aprendizagem e à retenção de conhecimentos, destacando que os resultados podem variar conforme as condições de utilização dos jogos, incluindo a presença de atividades complementares e a organização das experiências educativas. Dessa maneira, a mediação docente deve ultrapassar a simples apresentação das regras e a conferência das respostas, contemplando questionamentos que incentivem os participantes a explicar suas escolhas, identificar possíveis inconsistências e relacionar os conhecimentos mobilizados às situações investigativas. No jogo “Ciência em Jogo: construindo projetos científicos”, essa mediação pode ocorrer durante a montagem dos quebra-cabeças e a organização das peças no tabuleiro, possibilitando que os participantes discutam a função de cada etapa da pesquisa e compreendam a importância da coerência entre problema, hipótese, objetivos, metodologia e resultados esperados. Desse modo, o recurso apresenta potencial para integrar ludicidade e reflexão científica, desde que sua utilização esteja associada a objetivos educacionais claros e a práticas de acompanhamento e avaliação da aprendizagem.

2.3 Jogos e formação continuada

A formação continuada constitui espaço para experimentar práticas, compartilhar interpretações e avaliar a adequação de materiais ao contexto da rede. Uma proposta desenvolvida localmente pode dialogar com necessidades identificadas pelos docentes, além de favorecer a adaptação dos exemplos ao território. Para isso, é importante registrar não apenas manifestações de entusiasmo, mas também dúvidas, dificuldades operacionais, tempo necessário e possibilidades de transferência para a sala de aula.

O uso de recursos concretos em formação docente oferece uma oportunidade de vivenciar o papel do estudante e observar a necessidade de instruções claras. Também permite discutir acessibilidade, tamanho dos grupos, organização do espaço e alternativas para turmas com diferentes ritmos. Essas dimensões são relevantes para transformar um protótipo promissor em material didático replicável e passível de aperfeiçoamento.

3. METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

O trabalho consiste em relato descritivo de desenvolvimento de recurso didático, acompanhado de uma aplicação exploratória inicial em contexto de formação continuada. O material foi concebido para apoiar a compreensão da estrutura de projetos científicos e foi testado com 13 professores de Ciências que atuam nos anos finais (6º ao 9º ano) da rede municipal de Carnaíba, Pernambuco, durante o I Encontro de Formação Continuada. Não se trata de ensaio controlado ou avaliação de impacto sobre desempenho escolar.

O kit descrito no registro original contém um cartão de identificação dos componentes, um cartão de instruções, um bloco explicativo sobre as etapas de um projeto de pesquisa, três cartões com situações-problema, 27 peças de quebra-cabeça (nove para cada projeto), dois cartões de gabarito e um tabuleiro. As peças contemplam problemática, pergunta norteadora, hipótese, objetivos, metodologia e resultados esperados. A divisão de alguns componentes em mais de uma peça permite completar nove unidades por temática.

A primeira fase propõe identificar cada situação-problema e separar as peças que pertencem ao mesmo projeto. Em seguida, os participantes montam os três quebra-cabeças e verificam as associações por meio do gabarito. Na segunda fase, utilizam as peças de um projeto por vez para construir, sobre o tabuleiro, uma representação das relações entre suas etapas. A conferência final favorece a revisão da organização e a discussão de eventuais equívocos.

O recurso foi inicialmente produzido com papel-cartão. Como perspectiva de continuidade, prevê-se a confecção de peças e tabuleiros nos laboratórios maker das escolas municipais que atendem aos anos finais, permitindo reprodução e adaptações locais. Essa produção ampliada é uma proposta futura e não integra os resultados empíricos aqui relatados.

Na aplicação inicial, houve uma exposição sobre desenvolvimento de projetos científicos, seguida da utilização do jogo e de um momento de socialização. O relato original registra a participação de 13 docentes e três depoimentos exemplificativos, além da informação de que todos manifestaram ter gostado da dinâmica. Não foram informados questionário validado, pré-teste, pós-teste, gravações sistemáticas ou protocolo de análise qualitativa; por isso, a sistematização apresentada é descritiva.

As falas reproduzidas no registro original foram identificadas genericamente como Professor 1, Professor 2 e Professor 3, preservando a ausência de nomes no material de origem. Antes de eventual publicação, recomenda-se confirmar a autorização para utilização das falas e a observância das exigências éticas aplicáveis à divulgação de dados de participantes de pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A experiência inicial indica receptividade favorável ao jogo no grupo participante. Segundo o registro da atividade, os 13 professores afirmaram ter gostado da dinâmica, correspondendo a 100% de manifestações positivas nesse grupo específico. O indicador expressa aceitação declarada, não um índice de aprendizagem ou de eficácia pedagógica, e deve ser interpretado à luz do pequeno número de participantes e da ausência de instrumento padronizado.

Os depoimentos apresentados no documento de origem permitem identificar três dimensões de percepção: dinamismo da proposta, clareza das etapas e expectativa de uso com estudantes. O Professor 1 qualificou o jogo como dinâmico e explicativo e considerou promissora sua utilização com turmas de 8º e 9º ano. O Professor 2 destacou a compreensão de como cada etapa se constrói e se relaciona com as demais. O Professor 3 enfatizou a diversão e a possibilidade de facilitar a compreensão dos alunos. Esses relatos ilustram percepções favoráveis, sem constituir prova de efeitos em turmas escolares.

A valorização das relações entre etapas é particularmente pertinente ao objetivo do recurso. Um projeto não é apenas a soma de itens formalmente corretos: sua consistência depende da correspondência entre a pergunta formulada, a hipótese proposta, os objetivos definidos e os procedimentos escolhidos (BARROGA e MATANGUIHAN,

2022). Ao solicitar que os participantes reorganizem peças e expliquem suas escolhas, o jogo pode tornar essa coerência mais perceptível.

A combinação entre quebra-cabeça e tabuleiro introduz dois níveis de tarefa. No primeiro, o participante reconhece os componentes associados a cada situação-problema; no segundo, representa sua articulação em um esquema. Essa passagem da identificação para a organização relacional é uma hipótese pedagógica plausível para o desenho do recurso, mas requer investigação específica para verificar se efetivamente favorece retenção, transferência e elaboração autônoma de projetos.

As observações dialogam com a literatura sobre aprendizagem ativa, na medida em que o participante precisa tomar decisões e confrontar respostas. Freeman et al. (2014) oferecem evidências amplas sobre vantagens de abordagens participativas em ensino superior STEM; contudo, o contexto e o desenho desta experiência são distintos. Do mesmo modo, os achados de Sailer e Homner (2020) sugerem que elementos lúdicos podem contribuir para resultados educacionais, mas não permitem atribuir causalidade aos efeitos observados nesta aplicação.

Um aspecto relevante é a possibilidade de mediação colaborativa. A atividade pode ser realizada individualmente ou em grupos de até três pessoas, conforme a descrição original. Em grupos, as divergências de associação entre peças podem estimular justificativas, comparação de alternativas e negociação de significados. Para que esse potencial se realize, recomenda-se que o mediador solicite justificativas e promova discussão coletiva após o uso do gabarito (COHEN, 1994; WEBB, 2009; DAMŞA, 2014).

A proposta de produção do material em laboratórios maker oferece uma perspectiva de sustentabilidade e apropriação pelas escolas. A confecção local pode facilitar reposição de peças, atualização de situações-problema e adaptação da linguagem. Ainda assim, sua implementação depende de disponibilidade de equipamentos, materiais, tempo de produção e orientação técnica, condições que deverão ser levantadas antes da expansão.

Como limites da experiência, destacam-se o caráter exploratório, a amostra restrita a um único encontro, a inexistência de medidas de desempenho antes e depois da atividade e a ausência de aplicação documentada com estudantes. A unanimidade das

manifestações positivas pode também refletir o contexto coletivo de socialização e possíveis vieses de desejabilidade social. Dessa forma, a interpretação adequada é a de viabilidade inicial e boa receptividade percebida.

Para estudos posteriores, recomenda-se aplicar o recurso em turmas dos anos finais, utilizar rubricas para avaliar a coerência dos projetos construídos, comparar produções anteriores e posteriores à atividade e recolher percepções de estudantes e professores por instrumentos documentados. Indicadores como identificação correta das etapas, justificativa das conexões, autonomia na elaboração e qualidade das perguntas de pesquisa podem contribuir para avaliação mais consistente.

A análise também sugere cuidados com a acessibilidade. Cartas com tipografia legível, contraste adequado, instruções objetivas e possibilidade de leitura compartilhada podem ampliar a participação. A escolha das situações-problema deve considerar o repertório das turmas e favorecer questões ligadas à realidade local, sem restringir a investigação científica a exemplos previamente resolvidos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O jogo Ciência em Jogo: construindo projetos científicos apresenta uma proposta de ensino que materializa componentes de um projeto de pesquisa por meio de peças manipuláveis e organização em tabuleiro. A experiência inicial com 13 professores de Ciências dos anos finais da rede municipal de Carnaíba registrou aceitação favorável e depoimentos que destacam dinamismo, clareza e percepção de aplicabilidade.

Os resultados sustentam a relevância de prosseguir com o aperfeiçoamento e a avaliação do material, mas não permitem concluir que houve aumento mensurável de aprendizagem ou que sua eficácia com estudantes já esteja demonstrada. O principal contributo desta etapa é documentar a concepção do recurso e sua recepção inicial em formação docente.

Como desdobramentos, propõe-se ampliar a testagem em sala de aula, definir critérios de avaliação, documentar dificuldades e comparar versões do jogo. O desenvolvimento de materiais pelas próprias escolas poderá favorecer contextualização e

continuidade, desde que acompanhado de planejamento pedagógico, cuidados éticos e monitoramento de resultados.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Metodologia científica; Jogos didáticos; Formação docente; Projetos científicos.

AGRADECIMENTO

À Secretaria de Educação de Carnaíba pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do jogo e da formação dos professores.

REFERÊNCIAS

ALIEV, E. (2026). Abordagem de projeto-pesquisa na formação da cultura digital de futuros professores do ciclo de ciências naturais e matemática. Discurso educacional . https://doi.org/10.28925/2312-5829/2026.1.6

ASTERHAN, C., & SCHWARZ, B. (2009). Argumentation and Explanation in Conceptual Change: Indications From Protocol Analyses of Peer-to-Peer Dialog. Cognitive science, 33 3, 374-400 . https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2009.01017.x

Barroga, E., & Matanguihan, GJ (2022). Um guia prático para a redação de perguntas e hipóteses de pesquisa quantitativa e qualitativa em artigos acadêmicos. Journal of Korean Medical Science, 37. https://doi.org/10.3346/jkms.2022.37.e121

CHEN, J.; WANG, M.; KIRSCHNER, P. A.; TSAI, C.-C. The role of collaboration, computer use, learning environments, and supporting strategies in CSCL: A meta-analysis. Review of Educational Research, v. 88, n. 6, 2018. https://doi.org/10.3102/0034654318791584

CHEN, J.; WANG, M.; KIRSCHNER, P. A.; TSAI, C.-C. The role of collaboration, computer use, learning environments, and supporting strategies in CSCL: A meta-analysis. Review of Educational Research, v. 88, n. 6, 2018. https://doi.org/10.3102/0034654318791584

COHEN, E. (1994). Restructuring the Classroom: Conditions for Productive Small Groups. Review of Educational Research, 64, 1 - 35. https://doi.org/10.3102/00346543064001001

DAMŞA, C. (2014). The multi-layered nature of small-group learning: Productive interactions in object-oriented collaboration. International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 9, 247-281. https://doi.org/10.1007/s11412-014-9193-8

DARLING-HAMMOND, L.; HYLER, M. E.; GARDNER, M. Effective Teacher Professional Development. Palo Alto: Learning Policy Institute, 2017.

DESIMONE, L. M. Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. Educational Researcher, v. 38, n. 3, p. 181–199, 2009. https://doi.org/10.3102/0013189X08331140

DETERDING, S., DIXON, D., KHALED, R., & NACKE, L. E. (2011). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". 9-15. https://doi.org/10.1145/2181037.2181040

FAJARDO, MTM (2025). Análise e projeto de um modelo de investigação científica multidirecional (MSIM) baseado em tarefas de investigação existentes (IBT). American Journal of Educational Research . https://doi.org/10.12691/education-13-4-2

FREEMAN, S. et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 111, n. 23, p. 8410–8415, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111. Acesso em: 19 out. 2026.

FURTAK, E. M.; SEIDEL, T.; IVERSON, H.; BRIGGS, D. C. Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. Review of Educational Research, v. 82, n. 3, p. 300–329, 2012. https://doi.org/10.3102/0034654312457206

HUANG, C.-H., HSIEH, C.-Y., CHEN, Y.-L., & WEDEKIND, H. (2025). Integrating a Drama-Based Framework with Science Education to Enhance Pre-Service Teachers'

Engagement and Self-Efficacy: A Cluster-Based Study. SAGE Open, 15. https://doi.org/10.1177/21582440251384891

KRANZ, J., BAUR, A., & MÖLLER, A. (2022). Desafios dos alunos na compreensão e realização de experimentos: uma revisão sistemática da literatura. Estudos em Educação Científica, 59 , 321-367. https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2138151

MONTERO-IZQUIERDO, A. I., JEONG, J.-S., & GONZÁLEZ-GÓMEZ, D. (2024). A future classroom lab with active and gamified STEAM proposal for mathematics and science disciplines: Analyzing the effects on pre-service teacher's affective domain. Heliyon, 10. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35911

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC: National Academies Press, 2012. Disponível em: https://doi.org/10.17226/13165. Acesso em: 19 out. 2026.

NAZARA, R. G., FIRDAUS, F. M., SAYEKTI, O. M., HIDAYAT, P., FATIMAH, W. S., & ADININGSIH, Z. D. (2026). The Effect of the STEM-Based 5E Learning Cycle Model on Science Literacy and Learning Outcomes of Elementary Teacher Education Students. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA. https://doi.org/10.29303/jppipa.v12i1.13617

PEDASTE, M., MÄEOTS, M., SIIMAN, L., DE JONG, T., VAN RIESEN, S. V., KAMP, E. T., MANOLI, C., ZACHARIA, Z., & TSOURLIDAKI, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. Educational Research Review, 14, 47-61. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003

PEDASTE, M., MÄEOTS, M., SIIMAN, L., DE JONG, T., VAN RIESEN, S. V., KAMP, E. T., MANOLI, C., ZACHARIA, Z., & TSOURLIDAKI, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. Educational Research Review, 14, 47-61. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003

PLASS, J. L.; HOMER, B. D.; KINZER, C. K. Foundations of game-based learning. Educational Psychologist, v. 50, n. 4, p. 258–283, 2015. https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533

PLASS, J., HOMER, B. D., & KINZER, C. (2015). Foundations of Game-Based Learning. Educational Psychologist, 50, 258 - 283. https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533

REDONDO-DUARTE, S., SÁEZ-LÓPEZ, J.-M., PENA-GARRIDO, M., & MORALES-CEVALLOS, M. (2026). Exploring Artificial Intelligence Through Robotics and Machine Learning: Perceptions of Pre-Service Teachers, Elementary School Students, and In-Service Teachers. Education Sciences. https://doi.org/10.3390/educsci16081214

SAILER, M.; HOMNER, L. The gamification of learning: a meta-analysis. Educational Psychology Review, v. 32, p. 77–112, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10648-019-09498-w. Acesso em: 19 out. 2026.

SOUSA, C., RYE, S., SOUSA, M., TORRES, P. J., PERIM, C., MANSUKLAL, S., & ENNAMI, F. (2023). Playing at the school table: Systematic literature review of board, tabletop, and other analog game-based learning approaches. Frontiers in Psychology, 14. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1160591

VERHOEFF, RPI-R., & PEETERS, M. (2016). Educação científica baseada na investigação: rumo a um quadro pedagógico para professores do ensino fundamental. International Journal of Science Education, 38 , 450-469. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1147660

WANG, Y.-Q., NEWTON, D., MOGER, P., ION, G., & ARNAU-Sabatés, L. (2023). What do we know so far about the research-teaching nexus in Initial Teacher Training? Findings from a systematic review. Review of Education. https://doi.org/10.1002/rev3.3405

WEBB, N. (2009). The teacher's role in promoting collaborative dialogue in the classroom.. The British journal of educational psychology, 79 Pt 1, 1-28 . https://doi.org/10.1348/000709908x380772

WOUTERS, P.; VAN NIMWEGEN, C.; VAN OOSTENDORP, H.; VAN DER SPEK, E. D. A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. Journal

of Educational Psychology, v. 105, n. 2, p. 249–265, 2013. https://doi.org/10.1037/a0031311

WOUTERS, P.; VAN NIMWEGEN, C.; VAN OOSTENDORP, H.; VAN DER SPEK, E. D. A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. Journal of Educational Psychology, v. 105, n. 2, p. 249–265, 2013. https://doi.org/10.1037/a0031311