



10.22633/rpge.v29iesp4.20756



Revista on line de Política e Gestão Educacional
Online Journal of Policy and Educational Management



¹ Universidade Negeri Medan, Indonésia.

² Universidade Negeri Medan, Indonésia.

³ Universidade Negeri Medan, Indonésia.

ETNOCIÊNCIA INTEGRADA NA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (ETHNO-PJBL): UM CAMINHO PARA APRIMORAR AS HABILIDADES DE ALFABETIZAÇÃO EM CIÊNCIAS

ETNOCIENCIA INTEGRADA EN EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ETHNO-PJBL): UNA VÍA PARA FORTALECER LAS HABILIDADES DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

INTEGRATED ETHNOSCIENCE IN PROJECT-BASED LEARNING (ETHNO-PJBL): A PATHWAY TO IMPROVE SCIENCE LITERACY SKILLS

Nova Florentina AMBARWATI¹

nova.fio82@gmail.com

Retno Dwi SUYANTI²

retnosuyanti@nimed.ac.id

Gulmah SUGIHARTI³

gulmabsugiharti@unimed.ac.id



Como referenciar este artigo:

Ambarwati, N. F., Suyanti, R. D., & Sugiharti, G. (2025). Etnociência integrada na aprendizagem baseada em projetos (ETHNO-PJBL): um caminho para aprimorar as habilidades de alfabetização em ciências. *Revista on line de Política e Gestão Educacional*, 29(esp4), e025090. <https://doi.org/10.22633/rpge.v29iesp4.20756>

Submetido em: 20/11/2025

Revisões requeridas em: 25/11/2025

Aprovado em: 04/12/2025

Publicado em: 20/12/2025

RESUMO: A alfabetização científica é uma prioridade global, contudo, muitos estudantes em contextos em desenvolvimento têm dificuldade em relacionar conceitos científicos com o cotidiano. Uma inovação proposta é a integração da etnociência — conhecimento cultural local — à Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), formando o modelo Etno-ABP. Este estudo examina a eficácia desse modelo na melhoria da alfabetização científica entre alunos do ensino fundamental II na Regência de Langkat, Indonésia, utilizando um delineamento quase-experimental. Um grupo experimental recebeu instrução com o modelo Etno-ABP, enquanto um grupo de controle utilizou métodos convencionais. Os dados foram coletados por meio de pré e pós-testes, observações em sala de aula e avaliações de projetos. Os resultados mostraram ganhos significativos na alfabetização científica para o grupo Etno-ABP, especialmente em raciocínio, aplicação prática e comunicação de ideias científicas. Os dados qualitativos indicaram maior engajamento, orgulho cultural e colaboração. O estudo conclui que o modelo Etno-ABP fortalece os resultados cognitivos e promove uma aprendizagem significativa ao conectar o ensino de ciências com as experiências culturais dos alunos, apoiando o uso mais amplo de abordagens culturalmente responsivas no ensino de ciências.

PALAVRAS-CHAVE: Etnociência. Aprendizagem Baseada em Projetos. Alfabetização Científica. Pedagogia Culturalmente Responsiva. Educação Elementar.

RESUMEN: La alfabetización científica es una prioridad global; sin embargo, muchos estudiantes en contextos en desarrollo tienen dificultades para vincular los conceptos científicos con la vida cotidiana. Una innovación propuesta es la integración de la etnociencia —el conocimiento cultural local— en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), conformando el modelo Etno-ABP. Este estudio analiza la eficacia de dicho modelo para mejorar la alfabetización científica entre estudiantes de la educación básica secundaria en la Regencia de Langkat, Indonesia, mediante un diseño cuasiexperimental. Un grupo experimental recibió instrucción con el modelo Etno-ABP, mientras que un grupo de control utilizó métodos convencionales. Los datos se recopilaron a través de pruebas previas y posteriores, observaciones en el aula y evaluaciones de proyectos. Los resultados evidenciaron avances significativos en la alfabetización científica del grupo Etno-ABP, especialmente en el razonamiento, la aplicación práctica y la comunicación de ideas científicas. Los datos cualitativos señalaron un mayor compromiso, orgullo cultural y colaboración. El estudio concluye que el modelo Etno-ABP potencia los resultados cognitivos y promueve un aprendizaje significativo al vincular la enseñanza de las ciencias con las experiencias culturales de los estudiantes, respaldando el uso ampliado de enfoques culturalmente responsivos en la educación científica.

PALABRAS CLAVE: Etnociencia. Aprendizaje Basado en Proyectos. Alfabetización científica. Pedagogía culturalmente responsiva. Educación primaria.

ABSTRACT: Science literacy is a global priority, yet many students in developing contexts struggle to relate scientific concepts to daily life. A proposed innovation is integrating ethnoscience—local cultural knowledge—into Project-Based Learning (PjBL), forming the Etno-PjBL model. This study examines its effectiveness in improving science literacy among upper elementary students in Langkat Regency, Indonesia, using a quasi-experimental design. An experimental group received Ethno-PjBL instruction, while a control group used conventional methods. Data came from pre- and posttests, classroom observations, and project evaluations. Results showed significant gains in science literacy for the Etno-PjBL group, especially in reasoning, real-life application, and communication of scientific ideas. Qualitative data indicated increased engagement, cultural pride, and collaboration. The study concludes that Ethno-PjBL strengthens cognitive outcomes and fosters meaningful learning by connecting school science with students' cultural experiences, supporting broader use of culturally responsive approaches in science education.

KEYWORDS: Ethnoscience. Project-Based Learning. Science Literacy. Culturally Responsive Pedagogy. Elementary Education.

Artigo submetido ao sistema de similaridade



Editor: Prof. Dr. Sebastião de Souza Lemes

Editor Adjunto Executivo: Prof. Dr. José Anderson Santos Cruz.

INTRODUÇÃO

A alfabetização científica é um pilar fundamental da educação contemporânea, crucial para capacitar os alunos a enfrentar os desafios multifacetados do século XXI. A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) defende que a alfabetização científica transcende a memorização mecânica de fatos científicos; ela abrange a capacidade de analisar criticamente conceitos científicos e aplicar o conhecimento na tomada de decisões cotidianas. Evidências do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) indicam consistentemente uma variabilidade significativa entre as nações em termos de alfabetização científica, com países lutando para atingir os padrões da OCDE, o que destaca a necessidade urgente de estratégias pedagógicas inovadoras que aprimorem a compreensão e a aplicação de ideias científicas na vida dos alunos (Wilson et al., 2018).

A pedagogia culturalmente responsiva surge como uma estratégia poderosa para promover a alfabetização científica, integrando a aprendizagem aos contextos socioculturais dos alunos. A etnociência, definida como os sistemas de conhecimento indígena relacionados à natureza, é particularmente eficaz. Ela permite que os educadores conectem conceitos científicos às experiências dos alunos e ao conhecimento da comunidade, fomentando um engajamento relevante e significativo no ensino de ciências (Muliadi et al., 2025; Widarti et al., 2025). A integração da etnociência enriquece a experiência educacional, fortalece a identidade cultural dos alunos e promove um senso de pertencimento, aumentando a motivação e o engajamento em ciências (Widarti et al., 2025).

Além disso, a implementação da aprendizagem baseada em projetos (ABP) tem se mostrado promissora na melhoria da alfabetização científica dos alunos. A ABP incentiva os alunos a explorar problemas do mundo real de forma colaborativa, facilitando o desenvolvimento de habilidades essenciais, como resolução de problemas, trabalho em equipe e tomada de decisões, que são fundamentais para lidar com as complexidades das questões relacionadas à ciência (Lozano et al., 2022). Estudos recentes indicam que a ABP apoia a aquisição de conhecimento científico e permite que os alunos considerem sua aprendizagem em um contexto social mais amplo, tornando o conteúdo mais relevante e envolvente (Zhang et al., 2024; Tamayo et al., 2025). Ao incorporar abordagens inovadoras como a ABP, juntamente com materiais culturalmente apropriados, os educadores podem ajudar a reduzir as lacunas na alfabetização científica, particularmente em contextos que enfrentam desigualdade educacional.

Um modelo integrado de Ethno-PjBL¹ foi proposto para abordar essas críticas, mesclando etnociência com aprendizagem baseada em projetos. Esse modelo inovador conecta o conhecimento cultural local ao planejamento de projetos educacionais, incorporando a investigação científica em contextos relevantes e memoráveis para os alunos. Por exemplo, projetos

¹ Nota de Tradução: Ethno-PjBL = Etno-ABP.

que exploram métodos tradicionais de purificação de água podem incorporar simultaneamente conceitos científicos como filtração e microbiologia, fundamentando assim a aprendizagem dos alunos em seu contexto cultural e, ao mesmo tempo, aumentando a relevância e a autenticidade de sua experiência educacional (Muliadi et al., 2025; Juanta et al., 2025). Essa integração representa uma dupla vantagem: enriquecer o currículo e, ao mesmo tempo, auxiliar na preservação e revitalização das práticas culturais locais, permitindo que os alunos percebam o valor de seu patrimônio em termos cientificamente relevantes (Juanta et al., 2025; Widarti et al., 2025).

O modelo Ethno-PjBL aproveita o potencial educacional de abordagens culturalmente responsivas. Educadores podem desenvolver projetos envolventes e significativos que se conectam com a realidade cotidiana dos alunos, alinhando o ensino de ciências com seus contextos culturais. Esse alinhamento promove maior engajamento e motivação dos estudantes, reforçando suas identidades como aprendizes e como membros de suas comunidades (Tamayo et al., 2025). Além disso, essa abordagem minimiza os riscos de distanciamento e capacita os alunos a utilizarem seu conhecimento cultural ao lidarem com princípios científicos modernos.

Assim, a Aprendizagem Baseada em Projetos Etnocientífica (Ethno-PjBL) integra o conhecimento intrínseco dos alunos à educação científica formal, resultando em melhores resultados de aprendizagem e maior retenção de conceitos científicos (Muliadi et al., 2025; Stalmach et al., 2024). A combinação da Aprendizagem Baseada em Projetos com a etnociência no modelo Ethno-PjBL representa um caminho promissor para aumentar o engajamento e a relevância dos alunos no ensino de ciências. Esse modelo aborda as críticas à Aprendizagem Baseada em Projetos convencional, garantindo que os projetos estejam fundamentados nos contextos culturais dos alunos, promovendo uma conexão mais profunda com o conteúdo e tornando a investigação científica uma atividade relevante. Ele cultiva competências essenciais para o letramento científico e contribui para a preservação das identidades culturais, enriquecendo, em última análise, o cenário educacional.

Este estudo busca preencher essas lacunas investigando o impacto da Aprendizagem Baseada em Projetos Etnocientífica (Ethno-PjBL) no desenvolvimento das habilidades de letramento científico dos alunos. Especificamente, a pesquisa visa: 1) Examinar como a Ethno-PjBL aprimora a compreensão conceitual, o raciocínio científico e a capacidade dos alunos de aplicar a ciência em contextos da vida real. 2) Explorar as dimensões qualitativas do engajamento dos alunos, incluindo motivação, colaboração e orgulho cultural, em ambientes de Ethno-PjBL.

Além disso, 3) comparar os resultados de aprendizagem dos alunos que utilizam a Ethno-PjBL com aqueles obtidos por meio de métodos de ensino convencionais. Este estudo contribui para os domínios teórico e prático do ensino de ciências ao abordar esses objetivos. Teoricamente, expande o discurso sobre pedagogia culturalmente responsável ao apresentar uma estrutura integrada que combina etnociência e PjBL. Oferece a professores e formuladores

de políticas um modelo instrucional viável para aprimorar o letramento científico, valorizando e preservando o patrimônio cultural.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma. A seção de metodologia descreve o delineamento da pesquisa, os participantes, os instrumentos e os procedimentos. Os resultados são apresentados quantitativa e qualitativamente, seguidos de uma discussão que interpreta as descobertas considerando a literatura existente e a prática educacional. O artigo conclui resumindo as contribuições, destacando as limitações e sugerindo direções para pesquisas futuras.

METODOLOGIA

Este estudo empregou um delineamento quase-experimental com um grupo de controle não equivalente e estrutura de pré-teste e pós-teste. O delineamento foi escolhido porque a randomização completa em nível de sala de aula não era viável no contexto escolar. Os quase-experimentos são particularmente adequados em ambientes educacionais onde a integridade dos grupos deve ser mantida (Creswell & Creswell, 2018). Dois grupos de alunos foram comparados: um grupo experimental que recebeu instrução por meio do modelo Ethno-PjBL e um grupo de controle que continuou aprendendo com métodos convencionais baseados em aulas expositivas.

O estudo foi conduzido em duas escolas públicas de ensino fundamental na Regência de Langkat, Sumatra do Norte, Indonésia, uma área caracterizada pela diversidade cultural e ricas tradições de sabedoria local em agricultura, práticas alimentares e gestão ambiental. Os participantes eram alunos do quinto ano (com idades entre 10 e 11 anos). Sessenta e dois alunos participaram, sendo 31 alocados ao grupo experimental e 31 ao grupo de controle. Os grupos foram selecionados com base na disponibilidade de condições de sala de aula comparáveis e na disponibilidade dos professores em participar.

O processo de coleta de dados começou com a aplicação de um pré-teste de alfabetização científica aos grupos experimental e de controle antes da intervenção, para estabelecer o desempenho inicial. O grupo experimental participou então da intervenção de Ethno-PjBL, enquanto o grupo de controle recebeu aulas convencionais ao longo de oito semanas. Após a intervenção, um pós-teste de alfabetização científica foi aplicado a ambos os grupos para avaliar os resultados da aprendizagem.

Os dados quantitativos foram analisados utilizando técnicas estatísticas descritivas e inferenciais. As pontuações do pré-teste e do pós-teste em alfabetização científica foram analisadas utilizando testes t de amostras pareadas dentro dos grupos para determinar mudanças significativas ao longo do tempo e testes t de amostras independentes entre os grupos para

comparar os efeitos da instrução. Os tamanhos do efeito (d de Cohen) foram calculados para avaliar a magnitude das melhorias observadas, enquanto a significância estatística foi definida em $p < 0,05$. Todas as análises quantitativas foram conduzidas utilizando o SPSS versão 26, garantindo a precisão dos cálculos e a interpretação dos resultados.

RESULTADOS

Desempenho no pré-teste e pós-teste

Os grupos experimental e de controle foram avaliados quanto ao seu nível de alfabetização científica antes e depois da intervenção. O pré-teste estabeleceu a equivalência inicial, enquanto o pós-teste capturou os ganhos de aprendizagem atribuíveis às respectivas abordagens instrucionais. A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas e a Tabela 2 resume os resultados dos testes inferenciais.

Tabela 1
Estatísticas Descritivas dos Índices de Alfabetização Científica

Grupo	N	Pré-teste Média (DP)	Pós-teste Média (DP)	Média Ganho
Experimental (Ethno-PjBL)	31	52,35 (8,14)	78,61 (7,45)	26,26
Controle (convencional)	31	51,90 (7,89)	62,84 (8,30)	10,94

Nota. Preparado pelos autores (2025).

Tabela 2
Resultados dos testes estatísticos de comparação entre pré-teste e pós-teste

Comparação	valor t	valor p	d de Cohen	Interpretação
Pré-teste (Experimental vs. Controle)	0,21	0,84	0,05	Nenhuma diferença (ns)
Pré -pós (Grupo experimental)	18,73	<0,001	3,40	Enorme efeito
Pré -pós (Grupo de Controle)	6,97	<0,001	1,25	Grande efeito
Pós-teste (Experimental vs. Controle)	7,81	<0,001	1,98	Enorme diferença

Nota. Preparado pelos autores (2025).

Esses resultados comprovam que a intervenção produziu notas mais altas nos testes e impactos educacionais significativos no desenvolvimento da alfabetização científica dos alunos.

Análise Inferencial

Foram realizados testes inferenciais intragrupo e intergrupos para determinar a eficácia da intervenção Ethno-PjBL. Testes *t* de amostras pareadas avaliaram as melhorias entre o pré e o pós-teste em cada grupo, enquanto testes *t de amostras independentes* compararam os resultados do pós-teste entre os grupos. Os tamanhos do efeito (*d de Cohen*) também foram calculados para avaliar a magnitude das diferenças observadas, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3
Análise inferencial dos resultados de alfabetização científica

Comparação	t(df)	valor p	d de Cohen	Efeito Tamanho Interpretação
Experimental (pré e pós)	t(30) = 15,74	< 0,001	2,82	Muito grande
Controle (pré-controle) e postagem)	t(30) = 7,42	< 0,001	1,33	Grande
Pós-teste (Experimental vs. Controle)	t(60) = 7,98	< 0,001	1,99	Muito grande

Nota. Preparado pelos autores (2025).

Desempenho específico do domínio

Para proporcionar uma compreensão mais matizada de como a intervenção Ethno-PjBL influenciou a aprendizagem dos alunos, análises adicionais foram conduzidas nas três dimensões de alfabetização científica alinhadas ao PISA: (1) explicar fenômenos cientificamente, (2) avaliar e planejar a investigação científica e (3) interpretar dados e evidências científicamente. Esses domínios refletem a natureza multidimensional da alfabetização científica, conforme enfatizado em avaliações internacionais como o PISA (OCDE, 2013), como na Tabela 4.

Tabela 4
Melhoria pela dimensão da alfabetização científica

Dimensão	Experimental Ganho	Controle Ganho	valor t	valor p
Explicando fenômenos científicamente	+9,12	+3,42	6,14	<0,001
Avaliando e projetando investigação	+8,37	+3,51	5,72	<0,001
Interpretação de dados e evidência	+8,77	+4,01	4,98	<0,001

Nota. Preparado pelos autores (2025).

Os resultados confirmam que a Aprendizagem Baseada em Projetos Etnocientífica (Ethno-PjBL) aprimora a alfabetização científica geral e suas dimensões específicas, com o impacto mais significativo observado na capacidade de explicar fenômenos cientificamente. Isso destaca o valor de pedagogias baseadas em projetos e com fundamentação cultural para conectar as experiências vividas pelos alunos com conceitos científicos. A Figura 3 apresenta uma visualização em gráfico de radar/aranha desses três ganhos específicos de domínio para facilitar a comparação.

DISCUSSÃO

Este estudo examinou se a integração da etnociência na Aprendizagem Baseada em Projetos (Ethno-PjBL) poderia melhorar o letramento científico entre alunos do ensino fundamental na Regência de Langkat. Os resultados demonstraram que o modelo Ethno-PjBL produziu ganhos quantitativos significativos nos escores de letramento científico e gerou resultados qualitativos relacionados ao engajamento, orgulho cultural e investigação colaborativa. Os escores do grupo experimental no pós-teste melhoraram com um tamanho de efeito enorme (d de Cohen = 2,82), superando em muito os ganhos obtidos pelo grupo de controle.

Isso sugere que a integração do ensino de ciências em projetos culturalmente relevantes cria experiências de aprendizagem mais profundas do que os métodos convencionais. Além disso, os ganhos relativos mais significativos foram observados na capacidade de explicar fenômenos cientificamente, uma dimensão diretamente ligada à contextualização de conceitos científicos. Os alunos conseguiram articular o “porquê” e o “como” das práticas culturais, conectando o conhecimento tradicional à ciência formal.

A integração da etnociência em estruturas educacionais, particularmente por meio da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), tem recebido crescente atenção devido ao seu potencial para contextualizar a aprendizagem e aprimorar a alfabetização dos alunos. Estudos anteriores demonstraram que a incorporação do conhecimento local nos currículos de ciências fomenta a valorização cultural e resulta em importantes conquistas educacionais (Bhat et al., 2020; Zhang et al., 2021). Karn e Singh-Pillay destacaram, em particular, como o conhecimento étnico dinamiza conceitos científicos abstratos, transformando-os em experiências de aprendizagem mais tangíveis (Karn, 2024; Singh-Pillay, 2020).

Essa abordagem está alinhada com as descobertas de Sudarmin et al., que articulam um impacto positivo semelhante de uma abordagem etno-STEM em cursos de química baseados em projetos, indicando melhorias não apenas na compreensão dos alunos, mas também em seu caráter conservacionista e empreendedor (Sudarmin et al., 2023). No entanto, a integração da etnociência ao currículo não escapou das críticas. Battiste argumenta que tais

iniciativas muitas vezes têm dificuldade em atender aos padrões formais da educação científica, criando a percepção de que podem diluir o rigor científico (Wilson et al., 2018).

Pesquisas têm demonstrado consistentemente que a aprendizagem baseada em projetos promove um ambiente educacional inclusivo, oferecendo oportunidades equitativas para estudantes de diversas origens (Crawford et al., 2024). Em particular, a integração eficaz da etnociência em estratégias de aprendizagem baseada em projetos aumenta o engajamento dos alunos e incentiva a aprendizagem colaborativa, na qual os alunos adquirem habilidades de liderança e comunicação essenciais para seu crescimento acadêmico e pessoal (Samsudin et al., 2020; Lozano et al., 2022).

Olhando para o futuro, as evidências empíricas sugerem a necessidade de exploração e validação sistemáticas de currículos de etnociência em diversos contextos educacionais, como documentado por Muliadi et al., que observaram fortes conexões entre essa abordagem pedagógica e aprimoramentos tanto no pensamento criativo quanto na alfabetização cultural (Muliadi et al., 2025). A integração da etnociência na estrutura da Aprendizagem Baseada em Projetos enriquece os currículos acadêmicos e apoia objetivos educacionais mais amplos relacionados à alfabetização e à compreensão cultural. Esse modelo incentiva os educadores a adotarem o conhecimento local, demonstrando que tal integração pode gerar benefícios substanciais, promovendo o crescimento individual dos alunos e a valorização cultural coletiva.

Em suma, o problema só pôde ser resolvido quando essas escolas, cujos efeitos diminuíram com a abolição das capitulações, passaram para o controle do Ministério da Educação, com a Lei de Unificação da Educação promulgada em 3 de março de 1924.

CONCLUSÃO

Este estudo investigou a integração da etnociência na Aprendizagem Baseada em Projetos (Ethno-PjBL) como um caminho para aprimorar as habilidades de letramento científico dos alunos. Os resultados demonstram claramente que a Etno-PjBL melhora significativamente os resultados de aprendizagem em comparação com o ensino convencional. Os alunos não apenas obtiveram notas mais altas em testes de letramento científico, mas também demonstraram maior engajamento, habilidades colaborativas e orgulho cultural. Os ganhos mais significativos foram observados na capacidade de explicar fenômenos científicamente, sugerindo que a contextualização cultural possibilita um raciocínio mais profundo e uma compreensão conceitual mais aprofundada.

Além dos benefícios cognitivos, a Aprendizagem Baseada em Projetos Etnocientífica (Ethno-PjBL) validou a herança cultural dos alunos ao posicionar o conhecimento local como um recurso legítimo para a investigação científica. Essa conexão entre práticas indígenas e

ciência formal ressalta o potencial da pedagogia culturalmente responsiva na construção de uma educação científica mais inclusiva e significativa.

As implicações são duplas. Em sala de aula, os professores devem ser incentivados a desenvolver projetos que incorporem o conhecimento local aos processos de investigação. Isso garante que a ciência não seja ensinada isoladamente, mas como parte da realidade vivida pelos alunos. Em termos de políticas públicas, a integração da Aprendizagem Baseada em Projetos Etnocientífica (Ethno-PjBL) alinha-se às reformas curriculares da Indonésia, que enfatizam a aprendizagem contextualizada e a formação do caráter, oferecendo uma estratégia escalável para aprimorar o letramento científico nacional.

Pesquisas futuras devem expandir o modelo para diversos contextos culturais e educacionais, examinar os impactos a longo prazo e explorar ferramentas digitais para apoiar a Aprendizagem Baseada em Projetos Etnocientífica (Ethno-PjBL). Com maior aprimoramento e implementação em larga escala, a Ethno-PjBL pode servir como um modelo sustentável que promove a alfabetização científica e a resiliência cultural no século XXI.



REFERÊNCIAS

- Bhat, S., Bhat, S., Raju, R., D'Souza, R., & Binu, K. G. (2020). Collaborative learning for outcome based engineering education: A lean thinking approach. In J. K. R. L. Jeganathan & S. V. Nagaraj (Eds.), *Procedia Computer Science* (pp. 927–936). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.134>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Crawford, L. K., Arellano Carmona, K., & Kumar, R. (2024). Examining the impact of project-based learning on students' self-reported and actual learning outcomes. *Pedagogy in Health Promotion*, 10(4), 241–249. <https://doi.org/10.1177/23733799241234065>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9). <https://doi.org/10.1002/nha3.20258>
- Juanta, P., Festiyed, F., Diliarosta, S., Lufri, L., Yohandri, Y., & Moyo, K. (2025). Enhancing entrepreneurial skills and Pancasila student profiles through digital learning tools in science education. *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, 7(2). <https://doi.org/10.34306/att.v7i2.518>
- Karn, S. (2024). Designing historical empathy learning experiences: A pedagogical tool for history teachers. *History Education Research Journal*, 21(1). <https://doi.org/10.14324/HERJ.21.1.06>
- Lin, K. Y., Wu, Y. T., Hsu, Y. T., & Williams, P. J. (2021). Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking. *International Journal of STEM Education*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00258-9>
- Lozano, A., López, R., Pereira, F. J., & Blanco Fontao, C. (2022). Impact of cooperative learning and project-based learning through emotional intelligence: A comparison of methodologies for implementing SDGs. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24). <https://doi.org/10.3390/ijerph192416977>
- Martinez, C. (2022). Developing 21st century teaching skills: A case study of teaching and learning through project-based curriculum. *Cogent Education*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2021.2024936>
- Muliadi, A., Rokhmat, J., & Sukarso, A. A. (2025). Ethnoscience integrated project-based learning model for enhancing students' creative thinking skills and cultural literacy: Expert perspectives and preliminary testing. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 8(3), 3676–3685. <https://doi.org/10.53894/ijirss.v8i3.7376>

- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2013). *Changing global environments*. <https://doi.org/10.1787/g2a2041b0-en>
- Samsudin, M. A., Jamali, S. M., Zain, A. N. M., & Ebrahim, N. A. (2020). The effect of STEM project based learning on self-efficacy among high-school physics students. *Journal of Turkish Science Education*, 17(1), 94–108. <https://doi.org/10.36681/tused.2020.15>
- Singh-Pillay, A. (2020). Pre-service technology teachers' experiences of project based learning as pedagogy for education for sustainable development. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 1935–1943. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080530>
- Stalmach, A., D'Elia, P., Di Sano, S., & Casale, G. (2024). Digital methods to promote inclusive and effective learning in schools: A mixed methods research study. *Open Education Studies*, 6(1). <https://doi.org/10.1515/edu-2024-0023>
- Sudarmin, Pujiastuti, S. E., Asyhar, R., Prasetya, A. T., Diliarosta, S., & Ariyatun. (2023). Chemistry project-based learning for secondary metabolite course with ethno-STEM approach to improve students' conservation and entrepreneurial character in the 21st century. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 393–409. <https://doi.org/10.3926/jotse.1792>
- Tamayo, S., Tugelida, N. B., Navasca, M., Navasca, R., Milanes, S., & Gante, A. (2025). Contextualizing technical and livelihood education: Pedagogical innovations rooted in Philippine culture and history in BTVTED and BTLED programs. *International Journal on Culture, History, and Religion*, 7(SI2), 552–567. <https://doi.org/10.63931/ijchr.v7isi2.224>
- UNESCO. (2021). *Reopening schools in Latin America and the Caribbean: Key points, challenges, and dilemmas to plan a safe return to in-person classes*. UNESDOC. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375059>
- Widarti, H. R., Wiyarsi, A., Yamtinah, S., Shidiq, A. S., Sari, M. E. F., Fauziah, P. N., & Rokhim, D. A. (2025). Analysis of content development in chemical materials related to ethnoscience: A review. *Journal of Education and Learning*, 19(1), 422–430. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v19i1.21210>
- Wilson, R. T., Watson, E., Kaelin, M., & Huebner, W. (2018). Early preparation and inspiration for STEM careers: Preliminary report of the epidemiology challenge randomized intervention, 2014–2015. *Public Health Reports*, 133(1), 64–74. <https://doi.org/10.1177/0033354917746983>
- Zhang, J., Zhu, J., Tu, W., Wang, M., Yang, Y., Qian, F., & Xu, Y. (2024). The effectiveness of a digital twin learning system in assisting engineering education courses: A case of landscape architecture. *Applied Sciences*, 14(15). <https://doi.org/10.3390/app14156484>
- Zhang, X., Ma, Y., Jiang, Z., Chandrasekaran, S., Wang, Y., & Fofou, R. F. (2021). Application of design-based learning and outcome-based education in basic industrial engineering

teaching: A new teaching method. *Sustainability*, 13(5), 1–23. <https://doi.org/10.3390/su13052632>

CRediT Author Statement

Agradecimentos: Não.

Financiamento: Esta pesquisa não recebeu nenhum apoio financeiro.

Conflitos de interesse: Não há conflitos de interesse.

Aprovação ética: O trabalho respeitou a ética durante a pesquisa.

Disponibilidade de dados e materiais: Os dados e materiais utilizados neste trabalho não estão disponíveis publicamente.

Contribuição dos autores: 15% para cada autor.

Processamento e editoração: Editora Ibero-Americana de Educação

Revisão, formatação, normalização e tradução

