

Alfabetização científica com enfoque CTSA: ferramenta teórico-metodológica com indicadores para avaliar propostas pedagógicas em educação formal e não formal

Scientific literacy with a STSE focus: theoretical-methodological tool with indicators from the integration between formal and non-formal education

Alfabetización científica con enfoque CTSA: herramienta teórico-metodológica con indicadores a partir de la integración entre la educación formal y no formal.

Luciane da Silva Lima Vieira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo
Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo
lucianeslvieira71@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9874-0805>

Manuella Villar Amado

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo
manuella@ifes.edu.br
<https://orcid.org/0000-0003-2405-0320>

Resumo

Este estudo aborda a crescente demanda por uma educação científica que ultrapasse a transmissão de conhecimento e contribua para a formação de cidadãos capazes de interagir criticamente com questões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais. Adotando a abordagem Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (CTSA), o trabalho desenvolve e valida uma ferramenta teórico-metodológica composta por indicadores destinados a avaliar e analisar propostas pedagógicas que integram a educação formal e não formal. A pesquisa adota uma metodologia qualitativa, descritiva e teórico-empírica, e se baseia em contribuições da literatura existente para formular quatro eixos principais, sendo eles: CTSA, conhecimento científico e tecnológico, prática pedagógica, e educação não formal. A ferramenta foi validada por professores especialistas e aplicada em um contexto de educação ambiental envolvendo professores de municípios afetados por desastres ambientais. Os resultados indicam que a abordagem CTSA, enriquecida pela integração da educação formal e não formal, promove uma alfabetização científica de forma contextualizada, essencial para o desenvolvimento de habilidades críticas e a formação cidadã. A avaliação das propostas pedagógicas utilizando os indicadores propostos revela potenciais para aprimorar a educação científica, destacando a importância de uma prática educacional reflexiva, crítica e adaptada às realidades dos educandos. Conclui-se que



a ferramenta teórico-metodológica desenvolvida constitui um recurso para a promoção de uma educação científica integrada e relevante para os desafios contemporâneos. Futuras pesquisas são encorajadas a explorar a aplicabilidade desta ferramenta em diferentes contextos educativos e a continuar aprimorando os indicadores para refletir a evolução das práticas pedagógicas e das necessidades da sociedade.

Palavras-chave: Alfabetização Científica; Enfoque Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (CTSA); Educação Não Formal; Indicadores de Alfabetização Científica.

Abstract

This study addresses the growing demand for a scientific education that goes beyond the transmission of knowledge and contributes to the formation of citizens capable of critically interacting with scientific, technological, social, and environmental issues. Adopting the Science/Technology/Society/Environment (STSE) approach, the work develops and validates a theoretical-methodological tool composed of indicators aimed at evaluating and analyzing pedagogical proposals that integrate formal and informal education. The research adopts a qualitative, descriptive, and theoretical-empirical methodology, and is based on contributions from the existing literature to formulate four main axes, namely: STSE, scientific and technological knowledge, pedagogical practice, and non-formal education. The tool was validated by specialist teachers and applied in an environmental education context involving teachers from municipalities affected by environmental disasters. The results indicate that the STSE approach, enriched by the integration of formal and informal education, promotes scientific literacy in a contextualized manner, essential for the development of critical skills and civic formation. The evaluation of the pedagogical proposals using the proposed indicators reveals potentials to enhance scientific education, highlighting the importance of a reflective, critical, and adapted educational practice to the realities of the learners. It is concluded that the theoretical-methodological tool developed constitutes a resource for promoting integrated scientific education relevant to contemporary challenges. Future research is encouraged to explore the applicability of this tool in different educational contexts and to continue refining the indicators to reflect the evolution of pedagogical practices and the needs of society.

Keywords: Scientific Literacy; Science/Technology/Society/Environment Focus (CTSA); Non-Formal Education; Scientific Literacy Indicators.

Resumen

Este estudio aborda la demanda de una educación científica que vaya más allá de la transmisión de conocimientos y contribuya a la formación de ciudadanos capaces de interactuar con cuestiones científicas, tecnológicas, sociales y ambientales. Adoptando el enfoque Ciencia/Tecnología/Sociedad/Ambiente (CTSA), el trabajo desarrolla y valida una herramienta teórico-metodológica compuesta por indicadores destinados a evaluar y analizar propuestas pedagógicas que integran la educación formal e no formal. La investigación adopta una metodología cualitativa, descriptiva y teórico-empírica, se basa en contribuciones de la literatura existente para formular cuatro ejes principales, a saber: CTSA, conocimiento científico y tecnológico, práctica pedagógica, y educación no formal. La herramienta fue validada por especialistas y aplicada en un contexto de educación ambiental involucrando a profesores de municipios afectados por desastres ambientales. Los



resultados indican que el enfoque CTSA, enriquecido por la integración de la educación formal e no formal, promueve una alfabetización científica de manera contextualizada, esencial para el desarrollo de habilidades críticas y la formación ciudadana. La evaluación de las propuestas pedagógicas utilizando los indicadores propuestos revela potenciales para mejorar la educación científica, destacando la importancia de una práctica educativa reflexiva, crítica y adaptada a las realidades de los aprendices. Se concluye que la herramienta constituye un recurso para promover una educación científica integrada y relevante para los desafíos contemporáneos. Se alienta a futuras investigaciones a explorar la aplicabilidad de esta herramienta en diferentes contextos educativos y a continuar perfeccionando los indicadores para reflejar la evolución de las prácticas pedagógicas y las necesidades de la sociedad.

Palabras clave: Alfabetización científica; Enfoque en Ciencia/Tecnología/Sociedad/Medio Ambiente (CTSA); Educación no formal; Indicadores de alfabetización científica.

Introdução

A educação científica contemporânea enfrenta o desafio de transcender a mera transmissão de conhecimento, almejando a formação de cidadãos capazes de compreender e atuar criticamente em uma sociedade permeada por questões científicas e tecnológicas. Nesse contexto, o enfoque Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (CTSA) apresenta-se como uma abordagem que propõe a integração dos saberes científicos, tecnológicos e sociais no currículo escolar, não apenas alinhando o ensino de ciências ao contexto social dos alunos, mas, fomentando debates críticos e problematizadores sobre a função da ciência na sociedade, englobando questões econômicas, políticas, culturais, éticas e ambientais.

O movimento CTSA, que iniciou suas primeiras proposições na década de 70 e ganhou ênfase nos anos 90 diante do crescente alarme pelos problemas ambientais, foi incorporado oficialmente aos documentos educacionais brasileiros com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (BRASIL, 2000) no final dos anos 90. Esta incorporação representou um marco importante, sugerindo uma abordagem educacional que transcende a aprendizagem de conteúdos isolados, favorecendo a construção de conhecimentos, habilidades e valores necessários para a tomada de decisões informadas sobre questões científicas e tecnológicas.

Entretanto, a aplicação efetiva do enfoque CTSA enfrenta desafios, incluindo a necessidade de ferramentas que colaborem com a análise e o desenvolvimento do processo de alfabetização científica (AC) de maneira integrada e contextualizada. Pesquisadores da Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo (USP), como Sasseron e Carvalho (2008), Sasseron e Carvalho (2011), Cerati (2014), Oliveira (2016), Marquez *et al.* (2017), Marandino, *et al.* (2018), Norberto Rocha (2018) e Scalfi, *et al.* (2019) contribuíram com suas pesquisas significativamente para este campo, propondo, testando e aperfeiçoando indicadores que evidenciam a promoção da alfabetização científica e a importância de avaliar e adaptar as práticas educativas às realidades dos educandos para que a ciência seja divulgada e popularizada nos mais diversos contextos educativos formais e não formais.



A alfabetização científica, portanto, é concebida não apenas como o domínio de conceitos científicos, mas como a capacidade de aplicar tais conhecimentos em contextos reais e variados, promovendo uma compreensão crítica da ciência e de seu papel na sociedade. Isso envolve a compreensão da natureza das ciências, a consideração dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática, e o reconhecimento das intrincadas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Diante do exposto, indicamos a seguinte questão de pesquisa: Quais indicadores podem colaborar com a avaliação dos processos de alfabetização científica com enfoque CTSA, a partir da integração entre a educação formal e não formal?

A partir da questão apresentada e dos questionamentos que ela sugere, a pesquisa se orientou pelo seguinte objetivo geral: Identificar indicadores que possam colaborar com a análise e a avaliação dos processos de alfabetização científica com enfoque CTSA na articulação da educação formal e não formal.

Com base no objetivo geral mencionado, a pesquisa se norteou pelos seguintes objetivos específicos: 1. Desenvolver uma ferramenta teórico-metodológica para construção, avaliação e análise do processo de elaboração de propostas educativas 2. Realizar a validação da ferramenta teórico-metodológica por professores especialistas.

Contextualização teórica

Para uma visão complexa do ensino de ciências Vilches, Peres e Praia (2011) destacam a importância de posturas críticas no contexto educacional no que diz respeito às questões socio-ambientais, sugeridas pelo enfoque CTSA. Santos (2007) e Santos e Auler (2011) convergem seus pensamentos nesse sentido quando defendem que uma postura crítica educacional passa por discussões sobre os impactos antrópicos no ambiente, em âmbito global e local e seus reflexos na sociedade, defendendo a necessidade de um ensino de ciências que esclareça a importância do desenvolvimento tecnológico em consonância com a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

Gohn (2011) aponta que a educação não formal promove a valorização dos processos de aprendizagem em grupo, a importância dos valores culturais que articulam as ações dos indivíduos e à aprendizagem de valores extraescolares, movimento que ampliou o campo da educação para outras dimensões além da escola. Gohn (2014) retrata a educação não formal como um processo sociopolítico, cultural e pedagógico voltado para a formação cidadã. Este tipo de educação se distingue por acontecer fora das estruturas formais de ensino, “no mundo da vida”, onde o aprendizado surge do compartilhamento de experiências em espaços coletivos e ações cotidianas.

Gohn (2014) pontua a complementaridade e a interação entre a educação formal e a educação não formal como potencial para enriquecer mutuamente os processos formativos dentro e fora das estruturas escolares tradicionais. Na visão da autora, enquanto a educação formal tem o papel fundamental de prover o acesso aos conhecimentos acumulados pela humanidade, a



educação não formal traz uma dimensão crucial para a formação cidadã que vai além do currículo escolar padrão.

Marandino *et al.* (2004) destacam que a escola, sozinha, não é capaz de suprir todas as demandas e necessidades educacionais do indivíduo pois suas estruturas e mecanismos impõem limites ao processo educativo. Para Chasott (2016) a escola não é apta a desenvolver todos os objetivos educacionais que uma educação global preconiza e sugere que a busca por essa educação pressupõe a soma do educativamente formal, não formal e informal e suas fronteiras, sendo a mais significativa entre elas a intencionalidade de promover processos educativos que podem potencializar os processos de Alfabetização Científica.

Nesse contexto, a integração entre a educação formal e não formal emerge como elemento potencial para a promoção da alfabetização científica sob o enfoque CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), alinhando o ensino de ciências com as demandas contemporâneas por uma educação que não só transmite conhecimento, mas também fomenta o pensamento crítico, científico, tecnológico, a capacidade de investigação e a consciência socioambiental entre os estudantes como apontam Lorenzetti e Vasconcellos (2021) e Silva e Marcondes (2022).

A educação não formal emerge como um espaço valioso para a realização destes objetivos educacionais, como apontado por Gohn (2011), Marandino *et al.* (2004), Carvalho e Silva (2022). A educação fora dos limites formais da escola permite a valorização dos processos de aprendizagem em grupo e a internalização de valores culturais e socioambientais essenciais à formação de uma consciência crítica. Esta dimensão da educação, que abrange tanto o ensino formal quanto não formal, tem potencial para a promoção de uma alfabetização científica que seja tanto inclusiva quanto capaz de responder às complexidades do mundo contemporâneo.

Pizarro e Júnior (2015) ressaltam a importância de colocar o aluno no centro do processo educativo, permitindo que ele se perceba como um sujeito ativo na construção do seu conhecimento. Esta perspectiva é fundamental para promover a autonomia do estudante e incentivar sua participação ativa na aprendizagem, sendo, portanto, importante a elaboração de instrumentos que forneçam recursos capazes de identificar esse processo e oferecer informações os professores sobre a eficácia de suas metodologias, possibilitando ajustes e aprimoramentos contínuos para a prática docente.

Minayo (2009) definiu indicadores como parâmetros quantitativos ou qualitativos que refletem o grau de realização dos objetivos educacionais, e servem como ferramentas vitais para avaliar o desenvolvimento das habilidades dos educandos. Portanto, a construção e validação de ferramentas teórico-metodológicas específicas, que, por meio de indicadores, possam capturar e analisar informações referentes a processos educativos, constituem um passo fundamental na direção de um caminho para o desenvolvimento de práticas pedagógicas reflexivas, críticas e engajadas com a formação de uma geração de cidadãos preparados para enfrentar os desafios de um mundo em constante transformação.



Metodologia

Esta pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, descritiva e teórico-empírica (Gil, 2008), estruturada em duas etapas principais, sendo seu objetivo principal desenvolver e validar uma ferramenta teórico-metodológica focada na alfabetização científica com enfoque CTSA, visando avaliar a integração entre a educação formal e não formal. Essa ferramenta foi pensada para não apenas analisar contextos educacionais isolados, mas, especialmente, explorar como esses dois contextos se interconectam e se complementam em propostas pedagógicas.

A primeira etapa envolveu a elaboração da ferramenta teórico-metodológica. A ferramenta foi desenhada a partir de análises das ferramentas desenvolvidas pelos pesquisadores da USP, nas quais a interação entre a educação formal e não formal não foi evidenciada. Partindo desse princípio, foram elaborados eixos e indicadores específicos que permitem avaliar os processos de alfabetização científica com enfoque CTSA, especialmente no que tange essa integração. A intenção foi criar um instrumento que auxiliasse a análise de práticas pedagógicas e identificasse como essas práticas contribuiriam para o processo de alfabetização científica sob a perspectiva CTSA.

Para a construção desta ferramenta, foram definidos quatro eixos principais, cada um abrangendo indicadores específicos acompanhados de evidências e questões direcionadoras. Estes eixos e indicadores foram escolhidos para refletir os aspectos críticos da integração educacional proposta, servindo como um guia para a análise detalhada de propostas pedagógicas elaboradas por cursistas de um curso de Aperfeiçoamento em Metodologias para Educação Ambiental¹ ofertado pelo Instituto Federal do Espírito Santo e parceiros² que objetivou capacitar professores de quatro municípios capixabas afetados pelo desastre ambiental ocasionado pela contaminação do rio Doce por rejeitos de minério que atingiram o manancial após o rompimento da barragem de Fundão/ MG no ano de 2015.

A segunda etapa consistiu na validação da ferramenta. Foi realizada com a colaboração de professores envolvidos em cursos *lato sensu* e *stricto sensu* oferecidos pelo IFES. A validação focou na aplicabilidade e eficácia da ferramenta em proporcionar indicativos relevantes sobre a integração entre a educação formal e não formal. A análise dos dados coletados baseou-se na

¹ Em 2015, o rompimento da barragem de Fundão, no estado de Minas Gerais, operada pela Samarco Mineração S.A. e controlada pelas multinacionais Vale S.A. e BHP Billiton Brasil Ltda., resultou no maior desastre ambiental da história do Brasil. Liberou 62 milhões de m³ de resíduos minerários na bacia do Rio Doce, afetando comunidades, ecossistemas e a economia em diversos territórios dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Em resposta, um Termo de Transação de Ajustamento de Conduta (TTAC) instituído pela justiça brasileira foi firmado, levando à criação da Fundação Renova para gerenciar a recuperação da região. Dentro deste escopo, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) foi convidado a realizar o Projeto Rio Doce Escolar em 2020, com o objetivo de capacitar educadores em educação ambiental nas escolas das comunidades afetadas nos quatro municípios do estado do Espírito Santo/Brasil. O projeto Rio Doce Escolar ofereceu os cursos de Aperfeiçoamento em Metodologias de Educação ambiental disponibilizando 700 vagas e o curso de Especialização em Educação Ambiental Escolar, disponibilizando 140 vagas (Renova, 2018).

² O planejamento e a execução do Projeto Rio Doce Escolar foi uma parceria entre o Instituto Federal de Educação do Estado do Espírito Santo, Fundação de Apoio ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Fundação Renova, Secretaria de Estado de Educação do Espírito Santo e Secretaria Municipais de Educação de Baixo Guandu/ES, Colatina/ES, Linhares/ES e Marilândia/ES (Renova, 2018).

avaliação dos registros de participação desses educadores, com especial atenção aos indicadores que evidenciassem a efetiva integração dos contextos educacionais mencionados.

Resultados e suas discussões

Após o processo de elaboração da ferramenta e a validação pelos professores especialistas, como descrito na tabela 1, decidiu-se pela organização da ferramenta teórico-metodológica em quatro eixos. Os eixos foram organizados em indicadores, que, por sua vez, possuem evidências e questões específicas que direcionam a análise das propostas educativas de acordo com cada eixo proposto.

Tabela 1: Resultados da validação da ferramenta

Aspecto da validação	Sugestões dos avaliadores
Critérios de Avaliação	Organização, objetividade, clareza, facilidade de leitura e compreensão, qualidade e capacidade de alcançar o objetivo proposto. Avaliados em uma escala de 1 (Excelente) a 5 (Ruim).
Processo de Validação	A ferramenta foi dividida em cinco sessões para validação. Disponibilização de contato para dúvidas e acesso ao contexto da ferramenta. A validação envolveu um processo introspectivo e colaborativo, assegurando que a ferramenta atendesse ao objetivo de investigação.
Avaliação por Especialistas	Avaliações positivas quanto à qualidade; necessidade de refinamentos em clareza e objetividade; sugestões para inclusão de elementos que realcem a educação ambiental crítica e emancipatória e atendam às necessidades de acessibilidade.
Resultados	Alta qualidade em diversos aspectos; recomendação de simplificação e redução no número de indicadores para maior objetividade; adicionar indicadores de abordagens críticas e emancipatórias na educação ambiental.
Sugestões de Melhoria	Inclusão de elementos de educação ambiental crítica, ajustes para facilitar a leitura, inclusão de indicadores que enfatizem abordagens críticas e emancipatórias, apresentação visual.

Fonte: Elaborado pela autoras

A seguir, apresentamos os eixos e indicadores que compõem a estrutura e a organização da ferramenta teórico-metodológica de análise, assim como, o detalhamento dos indicadores.

Eixo CTSA - Enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

A criação do eixo CTSA e seus indicadores constituem uma abordagem fundamental para a alfabetização científica, focando na interligação entre a educação formal e informal no âmbito da



educação ambiental. Este eixo e seus indicadores propicia uma base teórico-metodológica para análise que busca aprimorar o processo educacional através da religação de diversas dimensões do saber, visando a promoção de uma compreensão integrada e crítica dos fenômenos, estimulando a reflexão sobre as interações complexas entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, conforme evidenciado nos estudos de Sasseron e Carvalho (2008), Loureiro (2009), Santos (2007), Santos e Auler (2011) e Menezes, Loureiro e Pereira (2017) os quais destacam a importância de abordagens interdisciplinares e contextualizadas no ensino das ciências. Essa estrutura encoraja a aplicação do conhecimento científico em contextos reais, enriquecendo assim a educação científica com uma perspectiva mais abrangente e conectada. A seguir, descrevemos os indicadores do eixo:

Indicador Interdisciplinaridade Escolar (CTSA1) - O indicador de interdisciplinaridade escolar enfatiza a integração de três ou mais disciplinas em propostas educativas, explorando conteúdos científico-tecnológicos em conexão com outros campos do saber. A análise busca identificar a participação de múltiplas disciplinas e a compreensão das inter-relações CTSA, promovendo uma educação que ultrapassa as barreiras disciplinares.

Indicador Interdisciplinaridade com Saberes Populares/Primevos (CTSA2) - Este indicador destaca a valorização do diálogo entre o saber científico e os saberes populares ou primevos (Chassot, 2016), reconhecendo a riqueza e a relevância do conhecimento tradicional na compreensão e solução de questões ambientais, conforme Loureiro e Lima (2009) ressaltam. Destaca o resgate dos saberes populares e a sua incorporação em diálogos integrativos e equitativos entre diferentes saberes fortalecendo a perspectiva educativa, tornando-a mais inclusiva e representativa da diversidade cultural

Indicador Multidimensionalidade (CTSA3) - O indicador multidimensionalidade refere-se à abordagem de questões ambientais sob uma perspectiva ampla que incluem dimensões ambientais, sociais, históricas e econômicas como destaca Santos (2007) e Santos e Auler (2011). Este indicador sublinha a necessidade de compreender as relações complexas do ser humano com seu ambiente, promovendo uma educação ambiental que transcenda a transmissão de conhecimentos ecológicos e promova uma visão integrada das questões ambientais.

Indicador Contextualização (CTSA4) - A percepção do indicador contextualização na proposta educativa garante que o aprendizado esteja ancorado em contextos reais, seja local, nacional ou global. Assegura que a educação ambiental seja relevante e significativa, abordando questões que afetam diretamente vidas e comunidades, conforme discutido por Loureiro e Lima (2009), Sasseron e Carvalho (2008) e Santos e Auler (2011).

Indicador Complexidade (CTSA5) - O indicador complexidade incorpora a teoria da complexidade na educação ambiental, desafiando a compartimentalização do conhecimento e fomentando a integração de diferentes saberes. Esta abordagem promove uma compreensão mais profunda das questões socioambientais, considerando as múltiplas facetas e interconexões presentes nas problemáticas atuais. A análise observa se a proposta integra diferentes saberes e promove discussões das questões socioambientais refletindo a complexidade das problemáticas atuais, como aponta Menezes, Loureiro e Pereira (2017).

Indicador Questões Socioambientais (CTSA6) - Por fim, a presença de temáticas socioambientais aborda a relação entre os avanços científico-tecnológicos e questões de cidadania, sus-



tentabilidade e proteção ambiental. Este indicador incentiva discussões sobre como as mudanças tecnológicas influenciam e são influenciadas pelas condições de vida, hábitos e estilos de vida, enfatizando a responsabilidade compartilhada na gestão e conservação do ambiente. A análise foca em discussões críticas sobre o impacto das mudanças tecnológicas, enfatizando a responsabilidade compartilhada na conservação do ambiente como reforçam Menezes, Loureiro e Pereira (2017).

A identificação dos indicadores do eixo CTSA na análise da alfabetização científica, conforme discutido por e Sasseron e Carvalho (2008), Loureiro e Lima (2009), Menezes, Loureiro e Pereira (2017) e Santos (2007) e Santos e Auler (2011), indica a construção de propostas educativas com potencial para preparar os educandos para enfrentar os desafios contemporâneos, assim como, desenvolver uma compreensão crítica e complexa do fazer científico em sus contextos sociais. Essa abordagem enfatiza a aplicação do conhecimento científico na resolução de questões ambientais, dentro de uma perspectiva ética e socialmente responsável, realçando a interconexão entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Eixo CC - Conhecimento Científico e Tecnológico

O eixo Conhecimento Científico e Tecnológico e seus indicadores constituem a parte da ferramenta teórico-metodológica desenvolvida para analisar a alfabetização científica a partir do ensino e da aprendizagem que incentivem a compreensão crítica e a aplicação prática da ciência e da tecnologia no mundo real. Destaca a importância de uma abordagem interdisciplinar, enfatizando a integração entre os saberes científicos e tecnológicos e as suas implicações éticas e sociais. A análise da história da ciência revela a evolução do pensamento científico e como ele moldou a compreensão do mundo natural e da nossa própria existência como discute Sgarbi, *et al.* (2018). A natureza do conhecimento científico, sublinha a necessidade de reconhecer a ciência como um processo dinâmico e não linear, sujeito a revisões e influenciado por fatores sociais, políticos e econômicos Kauark e Comarú (2017).

A ênfase em conteúdos procedimentais científicos prepara os alunos para o desenvolvimento de habilidades práticas e de pensamento crítico essenciais para a investigação científica. Isso inclui a capacidade de formular hipóteses, realizar observações e experimentos, inferir e classificar dados, e comunicar descobertas de maneira eficaz assim como sugerem Kauark e Comarú (2017). O eixo analisa a seleção de conteúdos conceituais pertinentes, relacionados com temas atuais e com os conhecimentos prévios dos alunos, interação vital para garantir a relevância e a aplicabilidade do ensino científico e tecnológico como indicado por Cachapuz, *et al.* (2005).

O eixo Conhecimento Científico e Tecnológico visa analisar nas propostas pedagógicas a compreensão holística e crítica da ciência e da tecnologia na preparação dos estudantes não apenas para compreender o mundo ao seu redor, mas também para atuar como participantes ativos e responsáveis na resolução de desafios contemporâneos. A seguir, descrevemos os indicadores deste eixo:

Indicador História da Ciência (CC1) - Este indicador destaca a importância de integrar a história da ciência nas propostas educativas conforme destacado por Kauark e Comarú (2017) e Sgarbi *et al.* (2018) que enfatizam a evolução do conhecimento científico ao longo do tempo,



refletindo a natureza dinâmica e não linear do desenvolvimento científico. Com a análise da História da Ciência a partir desse indicador, buscamos perceber nas propostas essa abordagem historiográfica que contribui para uma compreensão mais aprofundada de como as descobertas científicas estão enraizadas em seus contextos culturais, políticos e sociais e desafiam a visão dogmática do conhecimento, promovendo uma percepção mais crítica da ciência. A partir desse indicador pretendemos perceber a integração das diferentes visões sobre o conhecimento científico e, como a História da Ciência destaca, perceber a importância de reconhecer as múltiplas perspectivas e a evolução do pensamento científico, contribuindo assim para uma abordagem mais inclusiva e questionadora da ciência na educação.

Indicador Natureza do Conhecimento Científico (CC2) - O indicador sobre a natureza do conhecimento científico procura perceber se as propostas educacionais abordam o papel e o trabalho do cientista, bem como os desafios e pressões que podem influenciar a pesquisa científica. Este foco ajuda os alunos a entenderem a ciência como uma atividade humana sujeita a erros, incertezas e influências externas, contribuindo para uma visão mais realista e crítica da prática científica. Ao examinar o papel e a função do cientista dentro desse contexto, evidencia-se a necessidade de uma abordagem crítica que considere as condições sob as quais a ciência é praticada, promovendo nos educando uma compreensão mais integral e crítica do conhecimento científico.

Indicador Conteúdos Procedimentais (CC3) - A presença de atividades práticas que promovem o desenvolvimento de conteúdos procedimentais científicos é fundamental. Este indicador destaca a importância de engajar os alunos em métodos e procedimentos científicos, como formular hipóteses, observar, inferir, registrar, classificar, explicar, relacionar e publicar resultados, entre outras habilidades científicas fundamentais. Tal abordagem, como discutem Kauark e Comarú (2017) não só reforça a aprendizagem conceitual, mas também desenvolve habilidades práticas e de pensamento crítico essenciais para a investigação científica e a resolução de problemas de forma criativa e crítica, mas também promove a integração entre teoria e prática, essencial para o aprendizado significativo e aplicado da ciência.

Indicador Conteúdos Conceituais Pertinentes (CC4) - Este indicador assegura que os temas abordados estejam alinhados com questões atuais, relacionem-se com os conhecimentos prévios dos alunos e possuam relevância social. A contextualização dos conteúdos conceituais fortalece a conexão dos alunos com o material de estudo, aumentando o engajamento e a aplicabilidade do conhecimento adquirido. Santos (2007), Santos e Auler (2011) e Kauark e Comarú (2017) sublinham a importância de selecionar conteúdos que não só se relacionem com questões atuais da sociedade, mas também sejam socialmente úteis e construídos a partir das experiências e conhecimentos prévios dos alunos. Este enfoque promove uma aprendizagem mais engajada e significativa ao estabelecer ligações diretas entre a ciência aprendida em sala de aula e sua aplicação no mundo real.

O eixo Conhecimento Científico e Tecnológico enfatiza uma metodologia interdisciplinar, visando integrar saberes científicos e tecnológicos à discussão de suas implicações éticas e sociais, realçando a importância da história da ciência e da natureza do conhecimento científico no desenvolvimento do pensamento crítico e habilidades práticas entre os estudantes. O reconhecimento da ciência como um processo dinâmico, influenciado por contextos sociais, políticos e econômicos, desafia a percepção tradicional da ciência como um conjunto estático de conhe-



cimentos Sgarbi, *et al.* (2018) por tal, devemos propor uma visão da ciência como construção humana sujeita a revisões e evoluções. Isso é vital para desmistificar a ciência e torná-la mais acessível, promovendo um entendimento mais holístico e inclusivo da prática científica.

A abordagem pedagógica do eixo enfatiza a importância de atividades práticas que permitam aos alunos desenvolver e aplicar métodos e procedimentos científicos de forma crítica e criativa. Isso não só reforça o aprendizado conceitual como também prepara os estudantes para enfrentar desafios contemporâneos com uma base sólida em pensamento científico e tecnológico segundo afirmam Santos e Auler (2011) e Kauark e Comarú (2017).

Por fim, a seleção de conteúdos conceituais pertinentes e contextualizados aumenta o engajamento dos estudantes, tornando o aprendizado mais relevante e aplicável. A integração desses conteúdos com as experiências e conhecimentos prévios dos alunos é essencial para promover uma educação científica que seja tanto significativa quanto socialmente útil.

Eixo PP - Prática Pedagógica

O eixo Práticas Pedagógicas busca analisar a diversificação de estratégias de ensino e a promoção do protagonismo discente como pilares fundamentais para uma educação integral e eficaz. Este eixo explora indicadores críticos que moldam uma prática pedagógica inovadora e responsiva, enfatizando a importância da motivação do educando, o enfrentamento de controvérsias científicas e a necessidade da alfabetização digital. Esses elementos são vitais para preparar os alunos para um mundo cada vez mais complexo, interconectado e tecnologicamente avançado, promovendo uma aprendizagem contextualizada e orientada por práticas pedagógicas que promovam uma compreensão integrada e crítica do papel da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente. A seguir, detalhamos os indicadores deste eixo e suas principais questões de análise.

Indicador Diversidade de Estratégias de Ensino (PP1) - Este indicador enfatiza a importância de propostas pedagógicas adotarem uma ampla gama de estratégias de ensino para engajar os alunos ativamente, reconhecendo a necessidade de variar as abordagens pedagógicas para atender os diferentes estilos de aprendizagem e promover uma educação mais inclusiva e eficaz como sugerem Júnior, *et.al.* (2019). A utilização e manipulação de diferentes recursos didáticos, bem como a implementação de dinâmicas variadas dentro e fora da sala de aula, são importantes, assim como, atividades práticas, como experimentos, projetos “mão na massa”, aulas de campo, devem ser desenvolvidas para explorar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente e promoverem uma aprendizagem mais rica e envolvente.

Indicador Protagonismo Discente (PP2) - Este indicador visa promover o protagonismo dos alunos no processo educativo, destacando a importância de colocar os alunos no centro do processo de aprendizagem, incentivando-os a tomar decisões, resolver problemas e participar ativamente de sua educação a partir de discussões e pesquisas sobre questões que evidenciem a interação CTSa. Este enfoque estimula o desenvolvimento de habilidades críticas e reflexivas, preparando os alunos para atuar de forma consciente e responsável em sua comunidade e no mundo como discutem Morán (2015) e Júnior, *et.al.* (2019).



Indicador Motivação (PP3) - A presença de práticas pedagógicas que motivam os educandos na busca pelo conhecimento é fundamental, utilizando metodologias que os envolvam em projetos significativos e relevantes para suas vidas, despertando a curiosidade e o interesse dos alunos, como afirmam Morán (2015). Este indicador procura verificar se as propostas pedagógicas conseguem despertar o interesse e a alegria pelo aprendizado, criando um ambiente estimulante que favoreça a curiosidade e o engajamento dos alunos no processo educativo.

Indicador Controvérsias Científicas (PP4) - O estímulo à visão crítica sobre controvérsias científicas é outro aspecto relevante, enfatizando a importância de integrar controvérsias científicas no ensino, estimulando a visão crítica e o pensamento analítico dos estudantes sobre questões contemporâneas Zani, *et al.* (2013). Este indicador foca na discussão de temas que permitam aos alunos refletir sobre as diferentes realidades sociais que influenciam as descobertas científicas e inovações tecnológicas, incluindo questões éticas e desigualdades socioculturais. Aborda-se também os benefícios, limitações e impactos do conhecimento científico-tecnológico na sociedade e no ambiente, incentivando uma compreensão mais profunda e crítica dos avanços na ciência e tecnologia como discutido por Marandino *et al.* (2023).

Indicador Alfabetização Digital (PP5) - Este indicador avalia a presença de atividades que promovam o contato e a aprendizagem por meio do uso eficaz das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), uma vez que a integração das TDICs nas práticas pedagógicas é crucial para preparar os alunos para navegar no mundo digital de forma crítica e responsável. Assim, este indicador procura perceber nas práticas pedagógicas situações onde a alfabetização digital é desenvolvida, especialmente no contexto das metodologias ativas que frequentemente utilizam recursos tecnológicos para facilitar a aprendizagem como sugere Morán (2015).

A integração dos indicadores de Prática Pedagógica, como a diversidade de estratégias de ensino, o protagonismo discente, a motivação para a busca do conhecimento, a análise crítica de controvérsias científicas e a alfabetização digital, reflete a complexidade e a multidimensionalidade da alfabetização científica com enfoque CTSA, buscando nas propostas a serem analisadas uma visão holística da educação, que transcende a mera transmissão de conhecimento para se tornar um processo coletivo de descoberta, crítica e inovação. Ao adotar uma diversidade de estratégias de ensino, fomentar o protagonismo discente, motivar a busca pelo conhecimento, estimular a reflexão sobre controvérsias científicas e integrar a alfabetização digital, percebemos que as propostas pedagógicas não estarão apenas preparando os alunos para enfrentar os desafios do presente e do futuro, mas também cultivando cidadãos conscientes, críticos e engajados capazes de contribuir significativamente para a sociedade e o meio ambiente.

Eixo ENF - Educação Não Formal (Espaços Institucionalizados; Espaços Não Institucionalizados ou Movimentos Sociais; Comunidades Tradicionais, etc.)

O eixo “Educação Não Formal” e seus indicadores procuram avaliar nas propostas pedagógicas a importância da educação fora do ambiente escolar tradicional e promotora de uma aprendizagem que se estende para além das fronteiras da sala de aula se integrando ao cotidiano dos



educandos. Busca-se através das evidências dos indicadores a presença nas propostas educativas de uma educação não formal, caracterizada por sua flexibilidade e capacidade de adaptar-se às necessidades emergentes da sociedade e possibilitar a compreensão crítica e integrada de temas científicos, fortalecendo a cidadania ativa e a responsabilidade ambiental. A seguir, detalhamos os indicadores deste eixo e suas principais questões de análise.

Indicador Ruptura de Concepções de Mundo (ENF1) - A educação não formal, segundo, Gadotti (2016) e Trilla e Ghanem (2008) desempenha um papel crucial na expansão das concepções de mundo, promovendo reflexões críticas sobre diversas realidades e incentivando uma visão mais questionadora. Gadotti (2016) destaca que essa modalidade educacional supera os limites do formal ao englobar experiências de vida que desenvolvem a autonomia do indivíduo. Pivelli (2006) acrescenta que a exposição à biodiversidade e ações de conservação em espaços não-formais aprofundam o entendimento das relações entre humanos e natureza, ampliando as perspectivas dos visitantes.

Indicador Pertencimento (ENF2) - Este indicador examina como as propostas educacionais não formais contribuem para o desenvolvimento de uma identidade coletiva, reforçando os laços dos indivíduos com suas comunidades e o ambiente ao seu redor. Trilla e Ghanem (2008) e Gadotti (2016) concordam que a educação não formal fortalece a identidade coletiva e os laços comunitários, respondendo a transformações sociais e promovendo a inclusão. Gadotti realça a ligação da educação não formal com a aprendizagem política e a participação em atividades grupais, essencial para o fortalecimento do senso de pertencimento.

Indicador Valorização de Si Próprio (ENF3) - Este indicador foca na importância de atividades que fortalecem o autoconceito e a autoestima dos participantes. Propõe-se a perceber nas propostas educativas condições para que os indivíduos desenvolvam sentimentos de valorização pessoal e lutem contra preconceitos, reconhecendo-se como seres únicos e iguais em suas diferenças. Trilla e Ghanem (2008) e Gadotti (2016) observam que as atividades não-formais são vitais para promover o autoconceito e a autoestima, permitindo que os indivíduos se valorizem e combatam preconceitos, reconhecendo a singularidade e a igualdade entre as pessoas.

Indicador Formação Eclética (Alfabetizações) (ENF4) - Neste indicador ressalta-se a importância de sensibilizar os educandos para a busca contínua por conhecimentos diversos, reconhecendo a importância das várias formas de alfabetização (digital, científica, literária, etc.) para compreender a complexidade do mundo, como esclarece Chassot (2016). A educação não formal, conforme discutido por Trilla e Ghanem (2008) e Gadotti (2016) abrange uma gama diversa de conhecimentos, incluindo alfabetizações múltiplas.

Indicador Estética Sensível (ENF5) - Este indicador avalia como as propostas pedagógicas possibilitam a contemplação e a interação emocional com diferentes elementos, estimulando sensações e reflexões profundas nos participantes. Trilla e Ghanem (2008) e as observações de Gadotti (2016) sobre a riqueza de experiências proporcionadas pela educação não formal, juntamente com a contribuição de Pivelli (2006) sobre a interação com a biodiversidade, destacam como esses espaços promovem a sensibilização estética e a conexão emocional, reforçando a empatia pela natureza e pela conservação da biodiversidade.

Indicador Afetivo/Empatia (ENF6) - A promoção de sentimentos de afetividade e empatia é fundamental na educação não formal. Este indicador observa a capacidade das propostas peda-



gógicas de mobilizar sentimentos de carinho e compreensão mútua entre os participantes A educação não formal é destacada por Trilla e Ghanem (2008), Gadotti (2016) como uma arena para a interatividade, explorando novos espaços de aprendizagem. Pivelli (2006) especificamente aponta a importância da interação direta com exposições de biodiversidade, sublinhando o papel dessas experiências no estímulo à curiosidade e na promoção de uma compreensão aprofundada do ser humano como ser inacabado, um ser natural e mais ambiental como discute Guimarães, *et al.* (2021).

Indicador Interatividade (ENF7) - Interatividade é chave para uma aprendizagem envolvente. Este indicador verifica se as propostas educativas oferecem oportunidades ricas de interação, permitindo que os participantes toquem, manuseiem e se envolvam ativamente com o ambiente e com os outros, refletindo sua forma de ser e estar no mundo (Guimarães, Granier, & Eder, 2021).

Indicador Entidade/Institucional (ENF8) - Este indicador busca esclarecer o papel e a missão da entidade ou instituição promotora da educação não formal, destacando sua contribuição social e a história que sustenta seu compromisso educativo. Gohn (2011), Gohn (2014) e Gadotti (2016) expandem essa visão, considerando a variedade de contextos em que a educação não formal ocorre, como ONGs e mídia, evidenciando a resposta a crises educacionais e sociais.

Indicador Organização em Grupos Coletivos (ENF9) - A capacidade de agir e aprender em grupos é essencial. Este indicador analisa se as propostas incentivam a organização e a ação coletiva, promovendo experiências de aprendizagem compartilhada. . Gohn (2011), Gohn (2014) e Gadotti (2016) ressaltam o fortalecimento da capacidade coletiva para agir e aprender, especialmente na formação cidadã e organização comunitária. Trilla e Ghanem (2008) enfatiza o valor da aprendizagem colaborativa e o desenvolvimento de comunidades de aprendizagem em resposta às necessidades sociais. Pivelli (2006) acrescenta a importância da cooperação em projetos de conservação, reforçando a colaboração e o trabalho em equipe.

Indicador Cultura Política (ENF10) - Este indicador enfatiza a importância de estimular o desenvolvimento político e a participação cidadã ativa. Observa-se se as propostas encorajam os participantes a buscar uma sociedade mais justa, igualitária e sustentável. A educação não formal desempenha um papel crucial no desenvolvimento de uma cultura política voltada para a sustentabilidade, responsabilidade ambiental e cidadania ativa. . Gohn (2011), Gohn (2014) e Gadotti (2016) destacam sua importância na formação cívica e no incentivo à participação social para a construção de uma sociedade justa. Trilla e Ghanem (2008) e . Gohn (2011), Gohn (2014) reforçam que esses espaços estimulam o engajamento político e a consciência social, promovendo cidadãos críticos e ativos. Pivelli (2006) e Guimarães, *et al.* (2021) adicionam que espaços não-formais focados na conservação da biodiversidade elevam a conscientização ambiental, contribuindo assim para uma cultura política engajada na preservação do planeta.

O eixo “Educação Não Formal” com seus indicadores destaca a relevância de abordagens educacionais que vão além do ensino formal, promovendo a formação integral dos indivíduos. Através destes indicadores, busca-se fomentar uma educação que seja verdadeiramente transformadora, capacitando os indivíduos não apenas com conhecimento, mas também com a sensibilidade, a empatia e a capacidade crítica necessárias para enfrentar os desafios contemporâneos. Promovendo não apenas a ruptura de concepções tradicionais de mundo, mas também fomenta um sentido de pertencimento, valorização pessoal, e uma compreensão eclética do conhecimen-



to. Ao estimular a afetividade, empatia, interatividade, e a organização em grupos coletivos, a educação não formal desempenha um papel vital na construção de uma sociedade mais justa, inclusiva e sustentável, evidenciando a importância de integrar práticas educativas não formais na promoção da alfabetização científica com enfoque CTSA.

Conclusões

A análise dos resultados obtidos revela que a avaliação de propostas pedagógicas com enfoque CTSA, visando à integração entre a educação formal e não formal, apresenta convergências significativas em diversos aspectos-chave. Os indicadores desenvolvidos para os eixos de enfoque CTSA, conhecimento científico e tecnológico, prática pedagógica e espaços de educação não formal oferecem informações valiosas para a compreensão e avaliação desses processos.

A aplicação da ferramenta teórico-metodológica permitiu identificar que a integração entre educação formal e não formal, através dos indicadores definidos, promove uma alfabetização científica contextualizada e crítica. Esta integração, conforme apontado por Gohn (2011) enriquece a formação dos educandos ao proporcionar experiências de aprendizagem que vão além dos limites tradicionais da sala de aula, permitindo uma compreensão mais ampla das interconexões entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

A pesquisa demonstrou que a utilização de variadas de estratégias pedagógicas, como sugerido por Morán (2015), é fundamental para manter os alunos engajados e motivados. A presença de indicadores que estimulam a contextualização do aprendizado e a abordagem de controvérsias científicas, conforme discutido por Zani *et al.* (2013), se mostrou essencial para o desenvolvimento de uma visão crítica e integrada das questões científicas e tecnológicas.

Ao considerar a complexidade inerente à alfabetização científica com abordagem CTSA, fica evidente a importância de uma abordagem integrada que reconheça e capitalize as interconexões entre diferentes espaços educacionais. Este estudo reforça a necessidade de políticas e práticas que promovam uma colaboração eficaz entre os diversos atores envolvidos na educação, visando a uma abordagem mais abrangente e eficaz para a alfabetização científica.

Por fim, ressaltamos a importância contínua de pesquisas e iniciativas que busquem aprimorar e ampliar nossa compreensão dos processos de alfabetização científica, especialmente em um contexto tão dinâmico e desafiador como o atual, onde a integração entre diferentes espaços educacionais se mostra cada vez mais crucial para o desenvolvimento integral dos educandos e para a construção de uma sociedade mais justa, democrática e sustentável.

Contribuições dos autores

Manuella Villar Amado: Conceptualização; Validação; Análise formal; Supervisão; Gestão e captação de financiamento.

Luciane da Silva Lima Vieira: Metodologia, Investigação; Curadoria de dados; Revisão e edição.

Agradecimentos e Financiamento

O presente estudo foi realizado com o aporte financeiro da Fundação Renova, a partir de um convênio entre o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Ifes, a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia do Ifes - Facto e Fundação Renova - Processo Ifes nº: 23187.003225/2022-04.

Referências bibliográficas

- Brasil. (2000). Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio. Acesso em 04 de 10 de 2022, disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>
- Cachapuz, A. C., Pérez, D. G., Carvalho, A. M., & Praia, J. (2005). *A Necessária Renovação do Ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez.
- Carvalho, A. M., & Silva, R. (2022). Aprendizagem em ambientes informais: Museus e centros de ciência. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*.
- Carvalho, I. C. (2011). Invenção e auto-invenção na construção psicossocial da identidade: A experiência constitutiva do/a educador/a ambiental. Em M. Guimarães, *Caminhos da educação ambiental* (5 ed., Vol. 1, pp. 31-50). Campinas: Papirus.
- Cerati, T. M. (2014). *Educação em jardins botânicos na perspectiva da alfabetização científica: análise de uma exposição e público*. doi:10.11606/T.48.2014.tde-02042015-114915
- Chassot, A. (2016). *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação* (7 ed.). Ijuí: Unijuí.
- Gadotti, M. (2016). A escola cidadã frente ao "Escola sem partido". In A ideologia do movimento Escola sem partido: 20 autores desmontam o discurso. São paulo. Acesso em 25 de 01 de 2024, disponível em <https://repositorio.usp.br/item/002793481>
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. Atlas.
- Gohn, M. d. (2011). *Educação Não Formal e Cultura Política* (5ª ed., Vol. 26). São Paulo: Cortez.
- Gohn, M. d. (2014). Educação não formal, aprendizagens e saberes em processos participativos. *Investigar em Educação*, 1.
- Guimarães, M., Granier, N. B., & Eder, S. (2021). A experiência significativa do ser mais ambiental na "convivência pedagógica" – encontros em Paulo Freire. *Ensino, Saúde e Ambiente: Dossiê Paulo Freire para além dos 100 anos, 14*(especial). Acesso em 15 de 08 de 2023, disponível em <https://periodicos.uff.br/ensinosaudeambiente/article/view/50720/30618>
- Junior, J. d., Souza, L. P., & Silva, N. L. (2019). *Metodologias ativas: práticas pedagógicas na contemporaneidade*. Campo Grande: Inovar. Acesso em 25 de 01 de 2024, disponível em https://educacao.riodasstras.rj.gov.br/maisedu/media/2022-06-07_livro_metodologias_ativas_pr%C3%A1ticas_pedag%C3%B3gicas_na_contemporaneidade.pdf
- Kauark, F. d., & Comarú, M. W. (2017). *Ensinando a ensinar ciências : reflexões para docentes em formação*. Vitória: Edifes. Acesso em 27 de 11 de 2024, disponível em <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/287?show=full>

- Lorenzetti, M., & Vasconcellos, A. (2021). Educação CTS: Fundamentos e perspectivas para a educação científica. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*.
- Loureiro, C. F. (2011). Problematizando conceitos: contribuição a práxis em educação ambiental. Em C. F. Loureiro, P. P. Layrargues, & R. S. Castro, *Pensamento complexo, dialética e educação ambiental* (2 ed., pp. 104-161). São Paulo: Cortez.
- Loureiro, C. F., & Lima, J. G. (jan./jun. de 2009). Educação ambiental e educação científica na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): pilares para uma educação crítica. *Revista Acta Scientiae*, 11(1). Acesso em 15 de 06 de 2022, disponível em <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/download/57/51>.
- Lourenço, M. F. (2017). Materiais educativos em museus e sua contribuição para a alfabetização científica. (F. d. educação, Ed.) *Tese de doutorado*. doi:doi:10.11606/T.48.2018.tde-30012018-143242.
- Marandino, M., Leite, E. D., & Junior, P. D. (2023). Esquentando o debate: análise de temas sociocientíficos controversos selecionados por licenciandos em visitas a museus. *Educação e pesquisa*. doi:https://doi.org/10.1590/S1678-4634202349250644
- Marandino, M., Rocha, J. N., Cerati, T. M., Scalfi, G., Oliveira, D. d., & Lourenço, M. F. (2018). Ferramenta teórico-metodológica para o estudo dos processos de alfabetização científica em ações de educação não formal e comunicação pública da ciência: resultados e discussões. *Journal of Science Communication*, 1. doi:https://doi.org/10.22323/3.01010203
- Marandino, M., Silveira, R. V., Chelini, M. J., Fernandes, A. B., Rachid, V., Martins, I. C., . . . Florentino, H. A. (2004). A educação não formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz? *IV ENPEC*.
- Marques, A. C., Scalfi, G. A., Iszlaji, C., Martins, B. M., & Marandino, M. (2017). Alfabetização científica e criança: uma proposta de ferramenta teórico-metodológica para análise de ações educativas em espaços de educação não formal. *XI ENPEC*. Acesso em 10 de 10 de 2023, disponível em <https://www.abrapec.com/enpec/xi-enpec/anais/busca.htm?query=Alfabetiza%E7%E3o+cient%EDfica+e+crian%E7a%3A+uma+proposta+de+ferramenta+te%F3rico->
- Menezes, A. K., Loureiro, C. F., & Pereira, C. S. (jan./abril de 2017). Agenda 21 do município de Magé-RJ e suas interfaces com a nova pedagogia da hegemonia. *REMEA - Revista Eletrônica Mestrado em Educação Ambiental*, 34(1), pp. 4-23. doi:10.14295/remea.v34i1.6537
- Minayo, M. C. (01 de 2009). Construção de Indicadores Qualitativos para Avaliação de Mudanças. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 33(1), 83-91.
- Morán, J. (2015). Mudando a educação com metodologias ativas. Em C. A. Souza, & O. E. Morales, *[Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens]* (Vol. II). Acesso em 25 de 01 de 2024, disponível em https://moran.eca.usp.br/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf
- Norbeto Rocha, J. (2018). *Museus e centros de ciências itinerantes: análise das exposições na perspectiva da alfabetização científica*. USP, São Paulo.
- Oliveira, D. (2016). Biodiversidade em políticas públicas de Ciência, Tecnologia e Inovação: caracterização e perspectivas para a integração do fomento à divulgação científica. *Tese (Doutorado). Programa de pós-graduação em educação em Ciências, Unive*, p. 320. Acesso em 10 de 10 de 2023, disponível em https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-30092020-191540/publico/Tese_Scalfi_2020_dig_cor_errata_11_02_21.pdf
- Pivelli, S. R. (2006). *Análise do potencial pedagógico de espaços não-formais de ensino para o desenvolvimento da temática da biodiversidade e sua conservação*. USP, São Paulo. doi:https://doi.org/10.11606/D.48.2006.tde-22062007-092500



- Pizarro, M. V., & Junior, J. L. (março de 2015). Indicadores De Alfabetização Científica: Uma Revisão Bibliográfica Sobre As Diferentes Habilidades Que Podem Ser Promovidas No Ensino De Ciências Nos Anos Iniciais. *Investigações Em Ensino De Ciências*, 20(1), pp. 208-238. doi:<https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v20n1p208>
- Renova, F. (2018). *Termo de Transação de Ajustamento de Conduta (TTAC) - 2018*. Acesso em 10 de 11 de 2021, disponível em <https://www.fundacaorenova.org/wp-content/uploads/2016/07/ttac-final-assinado-para-encaminhamento-e-uso-geral.pdf>
- Santos, W. L. (novembro de 2007). Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma Perspectiva Crítica. *Ciência e Ensino*, 1.
- Santos, W. L., & Auler, D. (2011). *CTS e Educação Científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas*. Brasília: UNB.
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. (2008). Almejando A Alfabetização Científica No Ensino Fundamental: A Proposição E A Procura De Indicadores Do Processo. *Investigações Em Ensino De Ciências*, 13, 333-352. Acesso em 15 de 02 de 2014, disponível em <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/445/263>
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. (2011). Alfabetização Científica: Uma Revisão Bibliográfica. *Investigações Em Ensino de Ciências*, 16, 59-77. Acesso em 20 de 02 de 2024, disponível em https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/844768/mod_resource/content/1/SASSERON_CARVALHO_AC_uma_revis%C3%A3o_bibliogr%C3%A1fica.pdf
- Scalfi, G. M., C., I., Milan, B., Norberto Rocha, J., & Marandno, M. (set-dez de 2019). Análise do processo de Alfabetização Científica em crianças em espaços de educação não formal e divulgação da ciência. *ACTIO*, 4(3), 386-410. Acesso em 10 de 01 de 2022, disponível em <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>. Acesso em: 10 de jan. 2022.
- Sgarbi, A. D., Oliveira, E. A., Leite, S. Q., & Sad, L. A. (2018). *História e filosofia da ciência : apontamentos para auxiliar na contextualização de conteúdos a serem trabalhados em sala de aula*. Vitória. Fonte: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/956>
- Silva, S. F., & Marcondes, M. L. (2022). A abordagem CTSA no ensino de ciências: Reflexões e práticas. *Ciência & Educação*.
- Trilla, J., & Ghanem, E. (2008). *Educação formal e não-formal: pontos e contrapontos* (1 ed.). (V. A. (org), Ed.) São Paulo, SP: Summus.
- Vilches, A., Perez, D. G., & Praia, J. (2011). De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. Em D. A. Wildson Luiz Pereira dos Santos, *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa* (p. 161). Brasília: UNB.
- Zani, L. B., Paiva, C. L., Duarte, I. D., & Jonis-Silva, M. d. (2013). A técnica da controvérsia controlada sob a perspectiva do enfoque CTS: uma contribuição para o ensino de biologia. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, 6(2). Acesso em 25 de 01 de 2024, disponível em <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/1008>