

O ENSINO DE CIÊNCIAS E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL: CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO DE CIDADÃOS CONSCIENTES E SUSTENTÁVEIS

**SCIENCE EDUCATION AND ENVIRONMENTAL EDUCATION:
CONTRIBUTIONS TO THE FORMATION OF CONSCIOUS AND SUSTAINABLE
CITIZENS**

Ciências Humanas, Ciências Biológicas • 10/09/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/788924609](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/788924609)

Daniele Maquine Rodrigues¹

José Leal Rodrigues²

Izaura Lucy Garcia Menezes Régis³

Kellen Tatiane Magalhães de Lima da Silva⁴

Alexssandra de Lemos Pinheiro⁵

Givaneide Cortez Figueiredo de Lima⁶

Lara Regina Silva Chaves Rodrigues⁷

RESUMO

Este artigo tem por objetivo discutir as contribuições do ensino de Ciências para a Educação Ambiental, com vistas à formação de cidadãos conscientes e comprometidos com práticas sustentáveis. A pesquisa, de natureza qualitativa e caráter bibliográfico, fundamenta-se em autores que tratam da relação entre ensino de Ciências, alfabetização científica e educação ambiental crítica. Os resultados apontam que o ensino de Ciências, quando pautado em metodologias contextualizadas e problematizadoras, favorece a compreensão das relações entre ser humano e ambiente, estimulando atitudes de responsabilidade socioambiental. Identificam-se, contudo, desafios relacionados à fragmentação curricular, à formação docente insuficiente para o trato transversal da temática ambiental e à predominância de práticas pedagógicas conteudistas. Conclui-se que a articulação entre ensino de Ciências e Educação Ambiental é fundamental para a formação de sujeitos críticos, capazes de compreender e intervir na realidade socioambiental de forma responsável.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Educação Ambiental; Sustentabilidade; Formação Cidadã.

ABSTRACT

This article aims to discuss the contributions of Science Education to Environmental Education, with a view to fostering conscious citizens committed to sustainable practices. The research is qualitative and bibliographic in nature, grounded in authors who address the relationship between Science Education, scientific literacy, and critical environmental education. The results indicate that Science Education, when guided by contextualized and problem-based methodologies, favors the understanding of the relationships between human beings and the environment, encouraging

attitudes of socio-environmental responsibility. However, challenges are identified related to curricular fragmentation, insufficient teacher training for the transversal treatment of environmental issues, and the predominance of content-centered pedagogical practices. It is concluded that the articulation between Science Education and Environmental Education is fundamental for the formation of critical subjects, capable of understanding and responsibly intervening in socio-environmental reality.

Keywords: Science Education; Environmental Education; Sustainability; Citizenship Education.

1. INTRODUÇÃO

A crise ambiental contemporânea, caracterizada por fenômenos como o aquecimento global, a perda de biodiversidade e a escassez de recursos naturais, tem colocado em evidência a necessidade de uma educação voltada à formação de sujeitos ambientalmente responsáveis. Nesse contexto, o ensino de Ciências assume papel estratégico, uma vez que possibilita a compreensão dos fenômenos naturais e das interações entre sociedade e ambiente a partir de bases científicas.

De acordo com Reigota (2017), a Educação Ambiental não deve ser compreendida como uma disciplina isolada, mas como uma dimensão que perpassa todo o currículo escolar, sendo o ensino de Ciências um dos campos mais propícios para sua efetivação, dada sua proximidade temática com os conteúdos relacionados ao meio ambiente, aos ecossistemas e às relações entre os seres vivos.

Diante disso, este trabalho busca responder à seguinte questão: de que maneira o ensino de Ciências pode contribuir para a Educação

Ambiental e para a formação de cidadãos conscientes e sustentáveis? Como objetivo geral, pretende-se discutir essa contribuição; como objetivos específicos, busca-se (i) caracterizar a relação entre alfabetização científica e educação ambiental, (ii) identificar metodologias favoráveis a essa articulação, (iii) discutir os desafios enfrentados pelos professores de Ciências nesse processo, e (iv) mapear, a partir da produção científica recente indexada na base SciELO, os principais eixos temáticos que vêm orientando a pesquisa nacional e latino-americana sobre o tema.

Justifica-se a relevância deste estudo pela urgência das questões socioambientais na atualidade e pela necessidade de que a escola, enquanto espaço de formação humana, assuma seu papel na construção de uma cultura de sustentabilidade. Como destacam Vilches e Gil Pérez (2013), a pesquisa e a inovação no ensino de Ciências devem estar vinculadas à formação de uma cidadania capaz de participar, de forma fundamentada, da tomada de decisões sobre problemas socioambientais globais.

2. METODOLOGIA

Trata-se de pesquisa qualitativa, de tipo bibliográfico, fundamentada na análise de obras e artigos científicos relacionados ao ensino de Ciências e à Educação Ambiental. Conforme Lakatos e Marconi (2017, p. 44), a pesquisa bibliográfica "abrange toda a bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo", possibilitando ao pesquisador o contato direto com o que já foi produzido cientificamente sobre o objeto investigado.

O levantamento bibliográfico foi realizado em bases de dados científicas nacionais e latino-americanas, com destaque para o

SciELO e periódicos consolidados da área de Ensino de Ciências como *Ciência & Educação*, *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, *Educar em Revista*, *Revista Brasileira de Educação e Tecnó*, *Episteme y Didaxis* —, utilizando como descritores os termos "ensino de ciências", "educação ambiental", "sustentabilidade" e "alfabetização científica", combinados por meio de operadores booleanos. Priorizaram-se obras de referência na área, bem como estudos publicados entre as décadas de 2000 e 2020, de modo a contemplar tanto os marcos teóricos fundadores do campo quanto a produção mais recente sobre o tema.

A análise dos dados seguiu a técnica de análise de conteúdo, com organização temática das categorias emergentes da literatura: (i) alfabetização científica e consciência ambiental; (ii) desafios pedagógicos para a articulação entre ensino de Ciências e Educação Ambiental; (iii) convergências e controvérsias conceituais entre alfabetização e letramento científico; (iv) ensino por investigação e argumentação como estratégias didáticas; (v) as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS) e sustentabilidade; (vi) formação docente e competências ambientais em contextos rurais; e (vii) critérios de avaliação da qualidade pedagógica de projetos de Educação Ambiental.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Alfabetização Científica e Consciência Ambiental

A alfabetização científica constitui-se como processo pelo qual o estudante desenvolve a capacidade de compreender, interpretar e utilizar conhecimentos científicos para a leitura crítica da realidade. Segundo Chassot (2018), ser alfabetizado cientificamente significa

ser capaz de ler a linguagem em que está escrita a natureza, o que possibilita ao sujeito compreender as consequências das ações humanas sobre o meio ambiente. Já em obra anterior, Chassot (2003) argumenta que a alfabetização científica constitui uma possibilidade concreta de inclusão social, na medida em que amplia a capacidade de leitura de mundo dos setores historicamente excluídos do acesso ao conhecimento científico.

Nessa perspectiva, o ensino de Ciências, quando associado a práticas pedagógicas contextualizadas, permite que os estudantes relacionem os conteúdos curriculares como ciclos biogeoquímicos, cadeias alimentares e impactos antrópicos às problemáticas ambientais vivenciadas em seu cotidiano. Reigota (2017) reforça que a Educação Ambiental crítica deve superar abordagens meramente conservacionistas, promovendo a reflexão sobre as causas estruturais dos problemas ambientais, associadas a modelos de produção e consumo.

Historicamente, Lorenzetti e Delizoicov (2001) já apontavam que a alfabetização científica deveria constituir-se como eixo estruturante do ensino de Ciências desde as séries iniciais, de modo a permitir que a criança construa significados sobre o mundo natural e social desde os primeiros anos de escolarização. Em direção complementar, Santos (2007) defende a educação científica na perspectiva do letramento como prática social, isto é, não bastaria ao estudante dominar conceitos científicos isoladamente, mas apropriar-se deles como ferramentas para agir e participar criticamente da vida social incluindo as decisões relativas ao uso dos recursos naturais e às problemáticas ambientais contemporâneas.

3.2. Desafios Pedagógicos para a Articulação Entre Ensino de Ciências e Educação Ambiental

Apesar do potencial identificado, a literatura evidencia obstáculos relevantes para essa articulação. Um dos principais desafios refere-se à fragmentação curricular, que frequentemente trata os temas ambientais de forma pontual e desarticulada dos demais conteúdos da disciplina. Segundo Krasilchik (2016), o ensino de Ciências ainda apresenta, em muitas realidades escolares, forte tendência conteudista, distanciada de metodologias ativas e problematizadoras.

Outro desafio relaciona-se à formação inicial e continuada de professores, muitas vezes insuficiente para o trabalho transversal e interdisciplinar exigido pela temática ambiental. A ausência de formação específica compromete a capacidade docente de relacionar os conteúdos científicos às problemáticas socioambientais de forma crítica e contextualizada. Esse diagnóstico é corroborado por Cortes Junior e Sá (2017), cuja investigação sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo no contexto da Educação Ambiental, realizada com mestrados em ensino de Ciências, revelou a persistência de fragilidades na articulação entre saberes disciplinares específicos e saberes pedagógicos necessários ao trato didático das questões ambientais. De modo semelhante, Araújo e Pedrosa (2014a) constataram, em estudo com professores de Biologia em formação inicial, concepções ainda superficiais e pouco problematizadas sobre desenvolvimento sustentável, revelando lacunas na formação inicial que se refletem na prática docente.

Por fim, destaca-se a importância de metodologias ativas, como projetos investigativos, estudos de caso e atividades práticas de

campo, como estratégias capazes de aproximar o estudante da realidade socioambiental, favorecendo a construção de valores e atitudes sustentáveis, para além da mera transmissão de conteúdos.

3.3. Convergências e Controvérsias Conceituais Entre Alfabetização e Letramento Científico

Um debate relevante na literatura brasileira sobre o tema refere-se à distinção ou equivalência entre os termos "alfabetização científica" e "letramento científico". Cunha (2017; 2018) argumenta que, embora frequentemente utilizados como sinônimos, esses conceitos carregam implicações teóricas distintas: enquanto a "alfabetização" remete a um processo inicial de aquisição de códigos e conceitos, o "letramento" enfatiza o uso social desses saberes em práticas efetivas de leitura de mundo. Bertoldi (2020), por sua vez, sustenta que essa disputa terminológica não é meramente semântica, mas reflete diferentes concepções epistemológicas sobre o papel da ciência na formação do sujeito, com implicações diretas para o modo como os professores planejam e avaliam o ensino voltado à cidadania e à sustentabilidade.

Essa discussão conceitual também aparece na obra de Vitor e Silva (2017), que mapeiam consensos e controvérsias entre pesquisadores da área, evidenciando que, apesar das diferenças de nomenclatura, há relativo consenso quanto à necessidade de que o ensino de Ciências ultrapasse a mera memorização de conteúdos, capacitando o estudante a mobilizar conhecimentos científicos na compreensão e na intervenção sobre problemas reais entre os quais se destacam, de forma recorrente, as questões ambientais.

3.4. Ensino por Investigação e Argumentação Como Estratégias de Alfabetização Científica

A literatura converge na defesa do ensino por investigação como estratégia privilegiada para a promoção da alfabetização científica articulada à Educação Ambiental. Sasseron (2015) argumenta que o ensino por investigação, associado a práticas de argumentação em sala de aula, favorece o desenvolvimento de indicadores de alfabetização científica, na medida em que estimula os estudantes a formular hipóteses, testar ideias e construir explicações fundamentadas sobre fenômenos naturais competências centrais também para a compreensão crítica das questões socioambientais. Em estudo anterior, Sasseron e Carvalho (2011) demonstraram, a partir da análise de episódios de ensino, que a construção da argumentação em sala de aula depende diretamente da mediação docente na condução do ciclo argumentativo, o que reforça a centralidade da formação de professores discutida na seção anterior.

Brito e Fireman (2016) corroboram esse achado ao demonstrarem que o ensino de Ciências por investigação constitui estratégia pedagógica eficaz para a promoção da alfabetização científica já nos primeiros anos do Ensino Fundamental, favorecendo a construção precoce de habilidades de observação, questionamento e argumentação que serão mobilizadas ao longo de toda a trajetória escolar inclusive no trato das temáticas ambientais.

3.5. As Relações Entre Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS) e Sustentabilidade

Um eixo teórico relevante para compreender a articulação entre ensino de Ciências e Educação Ambiental é o enfoque Ciência-

Tecnologia-Sociedade (CTS). Barros e Cavalcanti (2023), ao investigarem as possibilidades de diálogo entre o enfoque CTS e a Educação Ambiental, concluem que ambos os campos compartilham a preocupação com a formação de sujeitos capazes de compreender criticamente as implicações sociais, políticas e ambientais do desenvolvimento científico e tecnológico, o que justifica sua articulação pedagógica no currículo de Ciências.

Freitas e Marques (2019), em estudo sobre sustentabilidade e CTS, argumentam que o diálogo entre esses campos é necessário para que a Educação em Ciências responda de forma consistente ao contexto de crise ambiental contemporânea, evitando abordagens reducionistas que tratam a sustentabilidade como tema pontual e descontextualizado do restante do currículo. Em trabalho anterior, os mesmos autores já haviam defendido que educar para a sustentabilidade no ensino CTS implica preparar o estudante para "a consideração do amanhã" (FREITAS; MARQUES, 2017), ou seja, para uma perspectiva de responsabilidade intergeracional que ultrapassa a mera transmissão de informações sobre problemas ambientais.

3.6. Formação Docente e Competências Ambientais em Contextos Rurais e Regionais

A literatura latino-americana recente tem dedicado atenção especial às particularidades da formação docente e da Educação Ambiental em contextos rurais, historicamente menos contemplados pelas políticas educacionais. Mora Penagos (2015) e Penagos e Guerrero (2022) discutem o desenvolvimento de competências ambientais no professorado de Ciências, destacando que a formação continuada precisa incorporar experiências práticas de contato direto com o

território, de modo a superar abordagens exclusivamente teóricas e descontextualizadas da temática ambiental.

Nessa mesma direção, González et al. (2022) investigam os desafios enfrentados por professores iniciantes no ensino de Ciências Naturais em contextos rurais, evidenciando a escassez de recursos didáticos adaptados à realidade local e a necessidade de estratégias formativas que valorizem os saberes e as práticas socioambientais das comunidades rurais. Jaime-Muñoz (2021), por sua vez, sistematiza propostas pedagógicas de ensino ao ar livre em escolas rurais multigrado, demonstrando que o contato direto com o ambiente natural favorece aprendizagens contextualizadas e o desenvolvimento de vínculos afetivos e identitários entre os estudantes e seu território resultado convergente com o observado por Silva-Hormazábal e Alsina (2023), cuja pesquisa sobre a integração de Educação STEAM e Educação para o Desenvolvimento Sustentável em contexto rural multisseriado concluiu que o avanço rumo a uma sociedade sustentável exige uma educação abrangente e equitativa, capaz de alcançar também os contextos rurais historicamente marginalizados pelas políticas educacionais.

3.7. Educação Ambiental na Educação Básica: Critérios de Qualidade e Avaliação

Por fim, cabe destacar a contribuição de estudos voltados à avaliação da qualidade pedagógica dos projetos de Educação Ambiental desenvolvidos nas escolas. Tomazello e Ferreira (2001), em trabalho já clássico na área, propõem critérios para avaliar a adequação pedagógica de projetos de Educação Ambiental, alertando para o risco de que iniciativas pontuais e desarticuladas do projeto pedagógico da escola produzam pouco impacto efetivo na

formação de atitudes sustentáveis dos estudantes um alerta que permanece atual, como demonstram Cavalcanti Neto e Amaral (2011) em sua análise de estratégias didáticas de ensino de Ciências e Educação Ambiental no nível fundamental.

Complementarmente, Rite e López (2022), em estudo de caso sobre educação patrimonial e sustentabilidade no ensino secundário, evidenciam o potencial de projetos que articulam patrimônio cultural, ambiental e científico para a promoção de uma consciência socioambiental mais ampla, capaz de integrar as dimensões natural e cultural da sustentabilidade reforçando a defesa, já presente em Guimarães e Vasconcellos (2006), de que a Educação Ambiental se fortalece quando articulada aos espaços formais e não formais de educação, para além dos limites da sala de aula tradicional.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que o ensino de Ciências desempenha papel fundamental na promoção da Educação Ambiental, ao proporcionar as bases conceituais necessárias para a compreensão crítica das relações entre ser humano e natureza. A alfabetização científica, quando articulada a práticas pedagógicas contextualizadas, contribui significativamente para a formação de cidadãos capazes de compreender e intervir de maneira responsável na realidade socioambiental o que se confirma tanto nos marcos teóricos fundadores do campo (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; CHASSOT, 2003; SANTOS, 2007) quanto na produção mais recente sobre o tema (SASSERON, 2015; BERTOLDI, 2020).

A revisão da literatura evidenciou, ainda, que o debate conceitual entre "alfabetização" e "letramento" científico, embora

aparentemente terminológico, revela concepções distintas sobre a finalidade do ensino de Ciências, com implicações diretas para a forma como a Educação Ambiental é incorporada ao currículo (CUNHA, 2017; VITOR; SILVA, 2017). De igual modo, o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade mostrou-se um referencial teórico relevante para articular criticamente o ensino de Ciências às questões de sustentabilidade, evitando abordagens reducionistas e descontextualizadas (BARROS; CAVALCANTI, 2023; FREITAS; MARQUES, 2019).

Entretanto, para que essa contribuição se efetive plenamente, é necessário superar desafios relacionados à fragmentação curricular e à formação docente tanto na formação inicial (ARAÚJO; PEDROSA, 2014a) quanto na formação continuada (CORTES JUNIOR; SÁ, 2017) —, investindo-se em metodologias ativas, como o ensino por investigação e a argumentação em sala de aula (SASSERON; CARVALHO, 2011; BRITO; FIREMAN, 2016), e em processos formativos que capacitem os professores para o trabalho interdisciplinar, inclusive em contextos rurais historicamente pouco contemplados pelas políticas educacionais (MORA PENAGOS, 2015; GONZÁLEZ et al., 2022; JAIME-MUÑOZ, 2021; SILVA-HORMAZÁBAL; ALSINA, 2023).

Por fim, os critérios de avaliação da qualidade pedagógica dos projetos de Educação Ambiental (TOMAZELLO; FERREIRA, 2001) permanecem atuais e devem orientar a implementação de iniciativas escolares que não se restrinjam a ações pontuais e desarticuladas, mas que se integrem organicamente ao projeto pedagógico da instituição, articulando espaços formais e não formais de educação (GUIMARÃES; VASCONCELLOS, 2006; RITE; LÓPEZ, 2022). A Educação Ambiental, integrada ao ensino de Ciências, configura-se, portanto, como caminho essencial para a

formação de sujeitos conscientes, críticos e comprometidos com a sustentabilidade, em conformidade com a defesa de Vilches e Gil Pérez (2013) de uma educação científica orientada à participação cidadã na tomada de decisões sobre os grandes desafios socioambientais contemporâneos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Magnólia Fernandes Florêncio de; PEDROSA, Maria Arminda. Desenvolvimento sustentável e concepções de professores de Biologia em formação inicial. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 16, n. 1, 2014a.

ARAÚJO, Magnólia Fernandes Florêncio de; PEDROSA, Maria Arminda. Ensinar ciências na perspectiva da sustentabilidade: barreiras e dificuldades reveladas por professores de biologia em formação. **Educar em Revista**, Curitiba, 2014b.

BARROS, Maria Rosane Marques; CAVALCANTI, Eduardo Luiz Dias. CTS e Educação Ambiental: um diálogo possível? **New Trends in Qualitative Research**, v. 17, 2023.

BERTOLDI, Anderson. Alfabetização científica versus letramento científico: um problema de denominação ou uma diferença conceitual? **Revista Brasileira de Educação**, v. 25, 2020.

BRITO, Liliane Oliveira de; FIREMAN, Elton Casado. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do Ensino Fundamental. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, 2016.

CAVALCANTI NETO, Ana Lucia Gomes; AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do. Ensino de ciências e educação ambiental no nível fundamental: análise de algumas estratégias didáticas. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, 2011.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. 7. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2018.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, 2003.

CORTES JUNIOR, Lailton Passos; SÁ, Luciana Passos. Conhecimento pedagógico do conteúdo no contexto da Educação Ambiental: uma experiência com mestrandos em ensino de Ciências. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 19, 2017.

CUNHA, Rodrigo Bastos. Alfabetização científica ou letramento científico? Interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, n. 68, 2017.

CUNHA, Rodrigo Bastos. O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, n. 1, 2018.

FREITAS, Nadia Magalhães da Silva; MARQUES, Carlos Alberto. Abordagens sobre sustentabilidade no ensino CTS: educando para a consideração do amanhã. **Educar em Revista**, Curitiba, 2017.

FREITAS, Nadia Magalhães da Silva; MARQUES, Carlos Alberto. Sustentabilidade e CTS: o necessário diálogo na/para a Educação em

Ciência em tempos de crise ambiental. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 35, n. 78, 2019.

GONZÁLEZ, Víctor Manuel et al. El maestro novel y la enseñanza de las ciencias naturales en contextos rurales. **Praxis & Saber**, v. 13, n. 33, 2022.

GUIMARÃES, Mauro; VASCONCELLOS, Maria das Mercês N. Relações entre educação ambiental e educação em ciências na complementaridade dos espaços formais e não formais de educação. **Educar em Revista**, Curitiba, 2006.

JAIME-MUÑOZ, Eduardo Antonio. Propuestas pedagógicas al aire libre en escuelas rurales multigrado en la Región de Coquimbo, Chile. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, 2021.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2016.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, 2001.

MORA PENAGOS, William Manuel. Desarrollo de capacidades y formación en competencias ambientales en el profesorado de ciencias. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, 2015.

PENAGOS, William Mora; GUERRERO, Nathaly. Las competencias ambientales clave en las actividades docentes del profesorado de

ciencias. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, 2022.

REIGOTA, Marcos. **O que é educação ambiental**. 3. ed. São Paulo: Brasiliense, 2017.

RITE, Mónica Trabajo; LÓPEZ, José María Cuenca. Educación patrimonial y sostenibilidad: un estudio de caso en enseñanza secundaria obligatoria. **Educação & Sociedade**, v. 43, 2022.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, 2007.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, 2015.

SILVA-HORMAZÁBAL, Marcela; ALSINA, Ángel. STEAM para la sostenibilidad: integrando la educación estadística y científica en un contexto rural. **Revista Innovaciones Educativas**, v. 25, n. 39, p. 188-204, 2023.

TOMAZELLO, Maria Guiomar Carneiro; FERREIRA, Tereza Raquel das Chagas. Educação ambiental: que critérios adotar para avaliar a adequação pedagógica de seus projetos? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, 2001.

VILCHES, Amparo; GIL PÉREZ, Daniel. Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias: necesidad de una mayor vinculación.

Tecné, Episteme y Didaxis: TED, n. 34, 2013.

VITOR, Fernanda Cavalcanti; SILVA, Ana Paula Bispo da. Alfabetização e educação científicas: consensos e controvérsias.

Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, v. 98, n. 250, 2017.

¹ Mestre em Educação Profissional e Tecnológica. Instituto Federal de Roraima – IFRR. Boa Vista/Roraima/Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7349-237X>

² Doutorado em Ciências – Química. Universidade Federal de Minas Gerais– UFMG. Belo Horizonte/Minas Gerais/Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4490-2554>

³ Pós-graduada em Educação Especial e Inclusiva pela Faculdade Iguaçu. Boa Vista/Roraima/Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

⁴ Pós-graduação em Ensino da Língua Portuguesa. Faculdade Única de Ipatinga. Ipatinga/Minas Gerais/Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁵ Mestrado em Ensino de Ciências. Universidade Estadual de Roraima – UERR. Boa Vista/Roraima/Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3893-4832>

⁶ Especialista em Psicopedagogia Institucional. Faculdade de Educação São Luís. Jaboticabal/São Paulo/Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁷ Licenciatura Plena em Ciências Biológicas. Universidade Federal de Goiás – UFG. Jataí/Goiás/ Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)