

EDUCAÇÃO AMBIENTAL, SUSTENTABILIDADE E ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

ENVIRONMENTAL EDUCATION, SUSTAINABILITY AND RESEARCH-BASED SCIENCE TEACHING: A LITERATURE REVIEW

EDUCACIÓN AMBIENTAL, SOSTENIBILIDAD Y ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN LA INVESTIGACIÓN: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA

Anna Julia Silva Vieira¹

Ilna Gomes da Silva²

Jackson Ronie Sá-Silva³

Adilson Luís Pereira Silva⁴

RESUMO: Esse artigo de revisão propõe uma reflexão teórica acerca da interseção entre a educação ambiental, a sustentabilidade e o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) com o intuito de contribuir para pensar estratégias didáticas que valorizem o desenvolvimento de ações educacionais e socioambientais sustentáveis. A reflexão teórica baseou-se na análise qualitativa de 14 (catorze) artigos científicos a partir de leitura em profundidade utilizando os fundamentos teórico-metodológicos da Análise de Conteúdo de Bardin. Como resultados destaca-se a indicação da formação de professores relacionada ao desenvolvimento da educação ambiental crítica, sob o aporte teórico do EnCI, com o intuito de promover uma integração entre a Educação Básica e as universidades, com o desenvolvimento de práticas pedagógicas que contemplam a diversidade de contextos educacionais e socioambientais. Por fim, a análise dos 14 artigos revelou um consenso entre os autores sobre a importância de se trabalhar o tema da sustentabilidade por meio de recursos metodológicos como as sequências didáticas investigativas, promovendo, desta forma, a problematização de uma educação ambiental crítica, reflexiva e cidadã. 2874

Palavras-chave: Sustentabilidade. Educação Ambiental. Ensino de Ciências por Investigação.

¹ Especialista em Ensino de Ciências “Ciência é io!” pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

² Mestra em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos pela Universidade Federal da Paraíba. Professora do Departamento de Química da Universidade Estadual do Maranhão e membra do Grupo de Pesquisa Ensino de Ciências, Saúde e Sexualidade (GP-ENCEX / UEMA / CNPq).

³ Doutor em Educação pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Professor no Departamento de Biologia da Universidade Estadual do Maranhão (DBIO-UEMA). Professor no Doutorado em Ensino da Rede Nordeste de Ensino (RENOEN-UEMA). Professor no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual do Maranhão (PPGE-UEMA). Professor no Programa de Pós-Graduação em Educação Inclusiva em Rede da Universidade Estadual Paulista e Universidade Estadual do Maranhão (PROFEI-UNESP-UEMA). Líder do Grupo de Pesquisa Ensino de Ciências, Saúde e Sexualidade (GP-ENCEX / UEMA / CNPq).

⁴ Doutor em Química pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Professor do Departamento de Química da Universidade Estadual do Maranhão e membro do GP-ENCEX / UEMA / CNPq. Coordenador do Curso de Especialização em Ensino de Ciências “Ciência é io!” da Universidade Estadual do Maranhão.

ABSTRACT: This review article proposes a theoretical reflection on the intersection between environmental education, sustainability and the Teaching of Sciences through Inquiry (EnCI) with the aim of contributing to the development of didactic strategies that value the development of sustainable educational and socio-environmental actions. The theoretical reflection was based on the qualitative analysis of 14 (fourteen) scientific articles from in-depth reading using the theoretical-methodological foundations of Bardin's Content Analysis. As a result, we highlight the indication of teacher training related to the development of critical environmental education, under the theoretical contribution of EnCI, with the aim of promoting integration between Basic Education and universities, with the development of pedagogical practices that contemplate the diversity of educational and socio-environmental contexts. Finally, the analysis of the 14 articles revealed a consensus among the authors on the importance of working on the theme of sustainability through methodological resources such as investigative teaching sequences, thus promoting the problematization of a critical, reflective and citizen-oriented environmental education.

Keywords: Sustainability. Environmental Education. Research-Based Science Teaching.

RESUMEN: Este artículo de revisión propone una reflexión teórica sobre la intersección entre educación ambiental, sostenibilidad y Enseñanza de las Ciencias Basada en la Investigación (EnCI) con el objetivo de contribuir a pensar estrategias de enseñanza que valoren el desarrollo de acciones educativas y socioambientales sostenibles. La reflexión teórica se basó en el análisis cualitativo de 14 (catorce) artículos científicos a partir de una lectura en profundidad utilizando los fundamentos teórico-metodológicos del Análisis de Contenido de Bardin. Como resultado, se destaca la indicación de la formación docente relacionada al desarrollo de la educación ambiental crítica, bajo el aporte teórico del EnCI, con el objetivo de promover la integración entre la Educación Básica y las universidades, con el desarrollo de prácticas pedagógicas que contemplen la diversidad de contextos educativos y socioambientales. Finalmente, el análisis de los 14 artículos reveló un consenso entre los autores sobre la importancia de trabajar la temática de la sustentabilidad a través de recursos metodológicos como secuencias didácticas investigativas, promoviendo así la problematización de una educación ambiental crítica, reflexiva y ciudadana.

2875

Palabras clave: Sostenibilidad. Educación ambiental. Enseñar ciencias a través de la investigación.

INTRODUÇÃO

Compreende-se que “Sustentabilidade” é a preservação e manutenção do meio ambiente, cujo principal objetivo é garantir que as necessidades das gerações futuras não sejam prejudicadas pelo uso indiscriminado dos recursos naturais na atualidade. Assim, entende-se a sustentabilidade como um conceito que abrange a busca por um equilíbrio entre desenvolvimento econômico, justiça social e proteção do meio ambiente. Constatase que as instituições, por vários motivos, que vão desde interesses de mercado até a sobrevivência do planeta, de forma geral e em particular da espécie humana, estão cada vez mais empregando o termo sustentabilidade na designação de suas ações.

Segundo o Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (FGV - CES, 2008, p. 1) o uso do termo sustentabilidade está vinculado a necessidades sociais:

Esta necessidade deriva da percepção de que a sociedade não mais aceita que externalidades negativas sejam lançadas sobre ela impunemente. Este cenário mais complexo aponta para a inevitabilidade da integração de princípios de sustentabilidade na espinha dorsal das estratégias de negócio das companhias.

Externalidades negativas são atividades que impõem custos não compensadores a sociedade. Esse problema fica mais evidente na relação homem-natureza. A maioria das externalidades negativas estão ligadas à degradação ambiental, isso ocorre quando uma empresa, por exemplo, despeja seus resíduos em um rio, ela está causando um dano à comunidade e ao meio ambiente.

Para Elkington (1994), criador do termo *Triple Bottom Line*, a sustentabilidade é o equilíbrio entre os três pilares: ambiental, econômico e social. A expectativa de que as empresas devem contribuir de forma progressiva com a sustentabilidade surge do reconhecimento de que os negócios precisam de mercados estáveis, e que devem possuir habilidades tecnológicas, financeiras e de gerenciamento necessário para possibilitar a transição rumo ao desenvolvimento sustentável.

O crescimento sustentável se baseia em três pilares: econômico, social e ambiental. A interdependência entre esses pilares exige uma abordagem holística que equilibre as necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras. O mesmo se configura como um desafio crucial para o futuro da humanidade. Já que o avanço sustentável depende da capacidade de uma economia de crescer de forma contínua e estável, garantindo que os recursos sejam utilizados de maneira eficiente e responsável, sem comprometer as necessidades das gerações futuras. Isso envolve a promoção de práticas que incentivem o investimento em setores sustentáveis, a criação de empregos de qualidade e o fortalecimento das comunidades locais, pois a sustentabilidade econômica busca equilibrar o lucro empresarial com a responsabilidade social e ambiental.

As crescentes demandas por recursos naturais, a intensificação das mudanças climáticas e a crescente desigualdade social exigem mudanças profunda na forma como nos relacionamos com o planeta e com a sociedade para solucionar ou até mesmo minimizar a degradação dos recursos naturais, a poluição e a perda da biodiversidade, poia a sustentabilidade ambiental é fundamental para assegurar que os recursos do planeta possam sustentar as gerações presentes e futuras. Para que a sustentabilidade seja efetiva, é necessário que esses três pilares – econômico, social e ambiental – estejam interconectados e se sustentem mutuamente. Apenas

assim será possível alcançar um desenvolvimento verdadeiramente sustentável que beneficie tanto a sociedade quanto o meio ambiente, garantindo um futuro viável para todos.

A Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) pode ser um caminho para tornar o meio mais relevante para o desenvolvimento social e para o enfrentamento dos desafios ambientais e econômicos que o mundo vivencia, uma vez que equilibra os três pilares da Sustentabilidade: ambiental, social e econômico. Nos espaços escolares, a ênfase em EDS deve ser orientada à reestruturação das práticas pedagógicas adotadas nesses espaços, possibilitando ouvir e dar voz ao novo, com vistas a uma mudança de comportamentos e atitudes que configurem novas possibilidades de ação, numa perspectiva voltada para a sustentabilidade.

Esse reconhecimento sobre a importância do espaço educacional para o alcance de uma Educação voltada à sustentabilidade ganhou relevância a partir Conferência Internacional Rio/92, onde representantes de mais de 170 países assinaram tratados que ressaltavam a importância do ambiente da escola para o alcance de um planeta justo e equilibrado, a partir do desenvolvimento de ações desenvolvidas a nível local, nacional e global (Brasil, 1997). Assim, é necessário pensar a escola como a continuidade do lugar em que se vive e onde se aprende a exercer a cidadania dentro e fora da escola (Brito; Lopes, 2014).

A adoção de práticas sustentáveis nas escolas é um movimento crescente que busca transformar as instituições de ensino em espaços mais ecológicos, onde valores e ações sustentáveis no dia a dia escolar, é capaz de promover a conscientização ambiental desde a infância, formando cidadãos mais responsáveis e comprometidos com o futuro do planeta. Em um mundo onde questões ambientais estão se tornando cada vez mais prementes, preparar os alunos para o futuro é entender e enfrentar esses desafios cruciais já que a educação sustentável capacita as futuras gerações a encontrar soluções que podem ser implementadas em suas comunidades e profissões.

De acordo com a (UNESCO, 2023) a capacitação de professores para a Educação e Desenvolvimento Sustentável (EDS) é um tema cada vez mais relevante no cenário educacional global, pois contribui para mudar a maneira pela qual as pessoas pensam e agem no intuito de alcançar um futuro sustentável. Ao equipar os educadores com ferramentas educacionais e objetivos de formar cidadãos conscientes e engajados em construir um futuro mais justo, equitativo e ambientalmente saudável podemos inspirar as próximas gerações a agir como agentes de mudança em prol de um planeta mais sustentável. Nesse contexto, objetivou-se nesse artigo de revisão propor uma reflexão teórica acerca da interseção entre a educação ambiental, a sustentabilidade e o ensino de Ciências por investigação (EnCI) com o intuito de

contribuir para o desenvolvimento significativo de ações educacionais significativas e socioambientais sustentáveis.

REFERENCIAL TEÓRICO

A sustentabilidade se baseia em três pilares, a saber: ambiental, social e econômico. A interdependência entre esses pilares exige uma abordagem que equilibre as necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras. Desse modo, a mesma se configura como um desafio crucial para o futuro da humanidade. Gonçalves-Dias, Herrera e Cruz (2013, p. 121) afirmam que “apesar de quase três décadas de intensos debates em torno da temática sustentabilidade, permanecem indefinições, despertando indagações sobre suas delimitações, seus traços definidores, seu potencial de inovação e suas interfaces com outros campos”.

Neste cenário, a sustentabilidade se refere tanto ao âmbito da comunidade escolar suas estratégias de ensino-aprendizagem utilizadas na formação de cidadãos conscientes de suas ações, como no âmbito da sociedade em geral que pouco tem feito para erradicar as práticas de poluição ambiental. A degradação ambiental vivenciada por diferentes sociedades do mundo contemporâneo mobiliza setores sociais distintos que almejam novas alternativas de ação frente a essa realidade.

2878

A Educação Ambiental é uma ferramenta essencial para construirmos uma sociedade consciente de seu papel perante o ambiente. Não só nas escolas, mas nelas é onde o processo pode surtir o efeito multiplicador de que a sociedade precisa. Os espaços educacionais reforçam os valores adquiridos no convívio da família em que o indivíduo está inserido, mas também ensina o porquê de as coisas serem deste ou daquele jeito. A atual crise ambiental é produto de um modelo de crescimento orientado na busca desenfreada da acumulação de capital, de padrões de crescimento tecnológico e à custa de uma apropriação desigual e destrutiva da natureza (Pereira *et al.*, 2009). Diante dos problemas ambientais gerados por uma sociedade que busca de forma desordenada a acumulação de capital, não se importando com a destruição da natureza, torna-se necessário introduzir e ampliar a Educação Ambiental nas escolas públicas e privadas da nossa cidade, do nosso país e do mundo. É necessário motivar a tomada de consciência, formação de valores e atitudes em crianças e jovens para que ocorram ações imediatas e, também, em longo prazo que visem à preservação ambiental.

A Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), define Educação Ambiental como processos por meio dos quais “o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio

ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade" (Brasil, 1999).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) orienta que ela deve ser trabalhada de forma interdisciplinar, em todos os níveis de educação (Brasil, 2018, 2019). Entretanto, ao analisar os cursos de formação de professores, percebe-se uma deficiência na oferta de currículos que contemplem a Educação Ambiental nas graduações, como afirmam Kistemacher e Costa (2022):

As instituições de Ensino Superior, responsáveis pela formação de profissionais das diversas do conhecimento, desempenham um papel primordial na construção de saberes e de práticas ambientalmente sustentáveis; deste modo, os temas ambientais precisam fazer-se presentes na proposta política, curricular e pedagógica dos cursos, especialmente nas licenciaturas. (KISTEMACHER; COSTA, 2022, p. 18).

Harley e Osborne (1985), corroborando com essa ideia, afirmam que nas ações praticadas pelo professor em sala de aula e nas interações que mantém com seus alunos, ainda são poucos os resultados de uma Educação Ambiental que torne o conceito de sustentabilidade algo compreensível e suas ações elementos cotidianos e básicos para a reconstrução de uma nova cultura. Mais do que ler e comentar o tema em sala de aula, precisamos mudar nossas atitudes para que as novas gerações já nasçam praticando-as.

Por outro lado, as crescentes demandas por recursos naturais, a intensificação das mudanças climáticas e a crescente desigualdade social exigem mudanças profunda na forma como nos relacionamos com o planeta e com a sociedade para solucionar ou até mesmo minimizar a degradação dos recursos naturais, a poluição e a perda da biodiversidade, pois a sustentabilidade ambiental é fundamental para assegurar que os recursos do planeta possam sustentar as gerações presentes e futuras. Ou seja, para que a sustentabilidade seja efetiva, é necessário interconectar e retroalimentar os aspectos econômico, social e ambiental, visando um desenvolvimento verdadeiramente sustentável que beneficie tanto a sociedade quanto o meio ambiente, garantindo um futuro viável para todos.

Pesquisadores, como Tardif (2002) e Pimenta (2005) defendem que a formação profissional docente deve estar ancorada na reflexão crítica sobre sua prática e ao analisarem a própria técnica e o método dos colegas, os profissionais constroem novos saberes e desenvolvem uma identidade profissional mais autônoma e comprometida com a transformação social, preconizam os saberes docentes, as práxis e, preponderantemente, a reflexão sobre estas práticas. Esses autores entendem, ainda, que a análise da prática do outro seja o melhor caminho

para formar docentes crítico-reflexivos, que ao interagirem com o conhecimento, geram novos saberes, isso constitui uma nova identidade do professor.

De acordo com Maia, Teixeira e Agudo (2015), a Educação Ambiental costuma ser trabalhada nas disciplinas de Ciências, Biologia e Geografia, pois o currículo está estruturado de modo a responsabilizar os docentes dessas áreas do conhecimento como os principais agentes capazes de trabalhar questões ambientais em sala de aula, talvez, por conta da própria formação inicial desses profissionais. Por outro lado, Kaplan *et al.* (2021, p. 156) entendem que as atividades que envolvem a Educação Ambiental “não são restritas às disciplinas de Geografia, Ciências e Biologia, como usualmente são desenvolvidas”, ou seja, aqui, compreende-se que a discussão ambiental não se limita a apenas três componentes curriculares, na verdade, envolve a sociedade em geral, possibilitando uma inserção transversal da Educação Ambiental no currículo educacional para que haja um trabalho efetivo tanto dentro das escolas quanto fora dela.

Colagrande e Ferias (2021) acrescentam que a escola não é o único espaço para abordar os problemas socioambientais, mas nela há condições e potencialidades para produzir novos conhecimentos de forma colaborativa e transformadora para intervir na raiz dos problemas e não apenas em seus efeitos. Uma sugestão para se aplicar a essa realidade pode ser um método de ensino catalogado nas discussões, situações concretas que levem a sociedade a refletir suas atitudes; tendo a oportunidade de informar, não só discutir sobre as questões ambientais que estão à sua volta, mas de modificar suas próprias atitudes influenciando outras pessoas de forma ética.

2880

Já Vieira, Morais e Campos (2021) discutem que quem vivencia o cotidiano educativo é muito mais do que simples executor das políticas, na realidade, é agente de mudanças e intervenção na realidade. Assim, inserir a Educação Ambiental em sua prática educativa pode transformar a realidade do ambiente em que está inserida, daí a importância da formação profissional em Educação Ambiental. Pensar na formação de profissionais para desenvolver competências envolve refletir sobre os mecanismos que contribuem para o processo de construção que ocorre ao longo da vida, pois estamos em constante aprendizado, nesse sentido, a prática pedagógica deve objetivar atividades que proporcionem ao ser humano modificar a relação com o ambiente em que ele vive através do cuidado e da preservação.

Luciano (2024) assevera que o caráter da maioria das políticas de formação de profissionais, no Brasil, é um aspecto central que tem dificultado a entrada de uma abordagem crítica de Educação Ambiental nas escolas públicas, já que esse modelo de formação ainda

valoriza, na prática o treinamento ou capacitação de habilidades e competências que resultam na formação técnica que não valoriza uma reflexão teórica e crítica do trabalho didático.

Por fim, sobre a agenda 2030, Garcia (2019) expõe pontos críticos quanto probabilidade de colocar em prática os objetivos de desenvolvimento sustentável, tendo em vistas as características e diversidades sociais e econômicas nos países e entre países. Mas a despeito dos obstáculos e desafios, a Organização das Nações Unidas (ONU) ainda é o melhor espaço de negociação para tratar de acordos internacionais que permitam avanços na direção de um estado de bem-estar, saúde e desenvolvimento sustentável. E sem esse espaço, o interesse de alguns países imperará no cenário internacional. Assim, avançar com a agenda 2030 é uma possibilidade real de alcançar caminho para um futuro sustentável.

PERCURSO METODOLÓGICO

Realizou-se pesquisa bibliográfica utilizando-se o aporte da revisão narrativa em 14 (catorze) artigos científicos (de 2014 a 2024) acerca da temática em estudo, com o intuito de responder à questão norteadora: *Por meio de artigos de revisão, é possível verificar como a articulação entre sustentabilidade, educação ambiental e ensino de Ciências por investigação promove uma formação mais consciente, cidadã e crítica, visando mudanças comportamentais significativas em relação aos problemas ambientais?* Para responder a essa pergunta, realizou-se uma busca em bases de dados como: SciELO, Scopus e Web of Science, Google Acadêmico. A busca dos trabalhos foi pautada na intersecção entre “Educação Ambiental”, “Sustentabilidade” e “Ensino de Ciências por Investigação”, utilizados como descritores na pesquisa. A análise dos dados pautou-se por meio da leitura em profundidade dos artigos selecionados, identificando os principais resultados, a partir da Análise de Conteúdo de Bardin (2016). Os dados foram organizados em categorias temáticas e analisados qualitativamente para identificar padrões e lacunas na literatura. 2881

O método de Análise de Conteúdo é amplamente utilizado para interpretar e categorizar informações textuais. Laurence Bardin, uma das principais referências nessa área, propôs um modelo sistemático para a análise de conteúdo. A metodologia de análise de conteúdo de Bardin (2016) foi desenvolvida em etapas bem definidas, com foco na organização e interpretação dos dados coletados nos 14 artigos: a) Pré-análise: nesta fase inicial os artigos foram organizados. O material foi lido de forma exploratória para identificar os temas principais, compreender o contexto e estruturar categorias preliminares; b) Exploração do Material: análise aprofundada, onde as unidades de sentido (palavras, frases, parágrafos) foram identificadas e classificadas; c) Codificação: as unidades de significado foram associadas a códigos, que representaram as

categorias previamente estruturadas; d) Interpretação: a fase final envolveu a interpretação dos dados, procurando compreender o significado por trás dos padrões observados. A interpretação foi guiada por uma atitude interpretativa, onde os dados foram analisados criticamente, levando em conta a teoria do Ensino de Ciências por Investigação (EnCI).

A teoria do Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) utilizada nas análises desta revisão refere-se a uma prática pedagógica que estimula ações problematizadoras no processo ensino-aprendizagem, ao passo que reforça o uso do conhecimento científico para a resolução de problemas concretos relacionados, por exemplo, aos aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e ambientais (Silva et al, 2023; Sá-Silva et al, 2023a). Complementando essa ideia, podemos afirmar que o EnCI vai “além do aprimoramento cognitivo, há potencialidade de melhora em aspectos sociais e emocionais, ao se lidar com diversas situações individuais e em grupo” (Sá-Silva et al, 2023b, p. 1107). Carvalho (2019, p. 2) assevera que a produção de questões-problema “vai ser o divisor de águas entre o ensino expositivo feito pelo professor e o ensino em que cria condições para que o aluno possa raciocinar e construir o seu conhecimento” a partir das hipóteses levantadas, possibilitando aos estudantes formular conceitos e argumentar cientificamente (Carvalho, 2018).

2882

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os artigos para a revisão bibliográfica foram publicados nos últimos 10 anos, em língua portuguesa, com a finalidade de descrever e discutir o tema em análise: “Educação Ambiental, Sustentabilidade e Ensino de Ciências por Investigação” no contexto educacional e em outros espaços sociais, necessidade que se entende ser urgente e que deve partir da atitude de todos para que possamos pensar sobre o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental. O levantamento dos artigos foi realizado no período de novembro de 2024 a janeiro de 2025. As informações sobre os artigos analisados são apresentadas no Quadro 1 que informa o código do artigo (exemplo: A1 = Artigo 1) e a referência completa do texto.

Quadro 1 – Quadro-síntese com a listagem dos 14 artigos analisados.

Código	Informações referenciais dos artigos analisados
A1	BOURSCHEID JLW. A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de ciências. <i>Revista Thema</i> , v. 11, n. 1, p. 24-36, 2014.
A2	MIYAZAWA GCMC, FRENEDOZO RC. Educação ambiental crítica através de uma sequência didática sobre alimentação humana e sustentabilidade. <i>Enseñanza de las ciencias</i> , n. Extra, p. 3181-3188, 2017.

A ₃	BALDOW R, et al. Ensino de física e educação ambiental: percepções de sustentabilidade dos estudantes em uma atividade de robótica sustentável. <i>Experiências em Ensino de Ciências</i> , v. 13, n. 5, p. 152-167, 2018.
A ₄	SILVA AP, SANTOS RP. Educação ambiental e sustentabilidade: é possível uma integração interdisciplinar entre o ensino básico e as universidades? <i>Ciência & Educação</i> , v. 25, n. 3, p. 803-814, 2019.
A ₅	SANTOS RA, et al. Rotulagem nutricional como ferramenta para promoção de sustentabilidade socioambiental: uma experiência acadêmica baseada no ensino por investigação. <i>Atas de Ciências da Saúde</i> , v. 8, n. 4, p. 51-63, 2020.
A ₆	VONTobel CS, et al. Alfabetização Ecológica na Amazônia: uma sequência de ensino por investigação. <i>Boletim do Museu Integrado de Roraima</i> , v. 13, n. 01, p. 104-122, 2020.
A ₇	SANTOS CR, et al. Educação científica e popularização da ciência: o ensino por investigação como abordagem didática. <i>Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática</i> , v. 3, n. 2, p. 362-393, 2020.
A ₈	KAPLAN L, et al. Formação continuada de professores em educação ambiental crítica: uma análise das perspectivas e limites de um projeto de extensão. <i>Pesquisa em Educação Ambiental</i> , v. 16, n. 2, p. 151-164, 2021.
A ₉	RIBEIRO DCA, et al. Sustentabilidade e Educação Ambiental no Ensino de Química: contribuições para a tomada de consciência sobre agricultura sustentável. <i>Química Nova na Escola</i> , v. 44, n. 2, p. 160-172, 2022.
A ₁₀	FALCI PA, CARVALHO RS. A Educação Ambiental no Ensino Médio: desafios e possibilidades a partir da elaboração de uma sequência didática com ênfase nas emissões de CO ₂ equivalente. <i>Química Nova na Escola</i> , v. 43, n. 3, p. 287-294, 2022.
A ₁₁	LAÉRCIO FGS, FONSECA LR. Proposta de Jogo Educativo para Educação Ambiental no Ensino Básico. <i>Revista Brasileira de Educação Ambiental</i> , v. 17, n. 1, p. 09-27, 2022.
A ₁₂	NUNES LC. Educação Ambiental para Sustentabilidade: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável nas Escolas. <i>Revista Científica FESA</i> , v. 3, n. 12, p. 91-103, 2023.
A ₁₃	COSTA DDS, SOARES TF, SILVA CF. Formação de professores em um Clube de Ciências de Belém-Pará: reflexões e práticas sobre a Educação Ambiental Crítica. <i>Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática</i> , v. 7, n. 2, p. 259-281, 2024.
A ₁₄	OLIVEIRA SML, et al. Sequência didática para promoção da Educação Ambiental no ensino fundamental. <i>Revista Brasileira de Educação Ambiental</i> , v. 19, n. 2, p. 374-400, 2024.

2883

Bourscheid (2014, p. 34), no artigo A₁, analisando a convergência educação ambiental, sustentabilidade, e o movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), observou que essa proposta de ensino contribui para o desenvolvimento de “atitude crítica frente à sociedade contemporânea, ao considerar aspectos econômicos, sociais, políticos e culturais”. Ou seja, com essa proposta é possível proporcionar a alfabetização científica dos estudantes, “com o enfoque na sustentabilidade socioambiental, em sintonia com os desafios para mudar as formas de pensar e agir no ambiente”, buscando, assim, tanto a preservação da vida do planeta quanto melhores condições sociais para a existência humana.

A atitude ambiental crítica proposta no artigo A₁, foi implementada de forma significativa em uma turma do 8º ano do Ensino Fundamental, composta por 25 (vinte e cinco) aluno, por meio de uma sequência didática (SD), que se deu em 13 (treze) intervenções, elaborada pelas autoras do artigo A₂, baseada nas orientações de Zabala (2010). As autoras concluíram, com base nos resultados da aplicação da SD “Alimentação humana com Sustentabilidade” que

[...] os alunos foram levados a sentirem e pensarem sobre o desperdício e a fome no mundo, considerando a interação dos fatores ecológicos, políticos, econômicos e sociais; demonstrando motivação para agir sobre a realidade encontrada. Isso mostra que a alimentação humana e sustentabilidade é um tema pertinente para abordar a educação ambiental, dentro de uma perspectiva crítica, gerando um conhecimento. (Miyazawa; Frenedozo, 2017, p. 3186).

A relação alimentação e sustentabilidade socioambiental foi, também, explorada por Menezes *et al.* (2020, p. 61), autores do artigo A5, por meio do ensino por investigação utilizando a temática a rotulagem nutricional. Os autores sugerem que atividade educacional promova “conscientização sobre a necessidade do cuidado, não somente com o corpo que alimentamos, mas com o planeta em que vivemos, o que amplia a forma como enxergamos os conceitos de saúde e nutrição”.

Vontobel, Castro e Flores (2020), no artigo A6, promoveram uma alfabetização ecológica, por meio de uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI). Os autores utilizaram mapas mentais para avaliar a evolução dos estudantes ao longo da SEI, que foi iniciada pela elaboração de questão-problema, seguida da resolução do problema, da sistematização dos conhecimentos e finalizado com a apresentação dos trabalhos na feira de ciências da escola. A partir do desenvolvimento da SEI foi possível promover “uma mudança que possa conduzir os alunos à um reconhecimento de seu papel e função no meio ambiente, e que possam perceber-se como agentes transformadores da realidade ao seu redor”.

2884

No artigo A7 dos Santos, Chassot e Corte (2020, p. 370) observaram que o desenvolvimento da SEI ampliou o repertório científico dos estudantes participantes por meio do estudo do problema: “Por que a salinização dos solos prejudica o desenvolvimento das plantas? Como podemos ajudar as plantas a suportar esse problema?” Os autores, inclusive, propõem “um ensino pela dimensão trialética, pautado na fusão entre: investigação, alfabetização e educação científica” (Santos; Chassot; Corte, 2020, p. 391). Os autores ainda asseveraram que somente por essa trialética é possível tanto a popularização da ciência quanto a formação cidadã crítica.

Já Baldow *et al.* (2018, p. 164), no artigo A3, trabalharam a perspectiva da Sustentabilidade Crítica por meio da Robótica Sustentável, com estudantes do Ensino Médio de uma escola técnica estadual. O autor observou, a partir dos resultados da entrevista, que houve aprendizagem tanto “para temas da área da Física quanto a construção de novos conhecimentos na área da EA”, ou seja, foi possível trabalhar a questão ambiental numa perspectiva interdisciplinar. Além disso, a partir da questão “Você considera importante a ideia de trabalhar a Robótica a partir da reutilização de materiais que iriam para o lixo? Por quê?” Foi possível

constatar categorias relacionadas: *i*) à diminuição da poluição; *ii*) ao combate ao consumismo (maior frequência); *iii*) à criatividade nas aulas de Física. Já para a questão “Para você, qual a importância de reutilizar um material que ia ser jogado fora? Constatou-se categorias, como: *i*) evitar diminuição da poluição (maior frequência); *ii*) aumento da vida útil do material e diminuição dos problemas socioambientais; *iii*) minimizar o consumismo (Baldow *et al.*, 2018).

Acerca do caráter interdisciplinar levantado pelos autores do artigo A3, Silva e Santos (2019, p. 813), autores do artigo A4, acrescentam sobre a necessidade de se promover uma integração interdisciplinar entre o ensino básico e as universidades, pois dessa forma proporcionará “proporcionando aos alunos do ensino básico um fundamento teórico adequado aos temas acadêmicos e com uma continuidade significativa às abordagens e aos estudos sobre o Meio ambiente”.

Kaplan *et al.* (2021, p. 162), no artigo A8, acrescenta a importância da formação continuada de professores para a promoção da educação ambiental crítica, sob o aporte da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), por meio de um projeto de extensão, visando estreitar a relação entre universidade e escola. Os autores concluem dizendo que “a formação inicial e continuada de professores em educação ambiental crítica, no âmbito da extensão universitária, nos parece ser parte importante de uma estratégia mais ampla para caminharmos em direção a uma formação humana de caráter emancipatório”. 2885

Recentemente, nessa mesma linha da educação ambiental crítica, no artigo A13, Costa, Soares e Silva (2024, p. 259) relataram as contribuições de um curso de formação de professores em um Clube de Ciências por meio do ensino por investigação. No entanto, ainda encontraram compreensões ecológico preservacionistas nas respostas de alguns professores. Esse resultado indica “a necessidade premente de uma formação mais abrangente, instrumentalizando os docentes para práticas pedagógicas que contemplem a diversidade de contextos educacionais e socioambientais”. De modo geral, os autores concluíram que a

[...] pesquisa permitiu evidenciar que a aprendizagem colaborativa, o estímulo à autonomia e ao protagonismo dos alunos, bem como a mediação problematizadora por parte dos docentes são pressupostos teóricos e metodológicos do Ensino por Investigação, bem como da Educação Ambiental Crítica. O estreitamento da relação entre ambos, favorece o desenvolvimento de processos de formação docente que visam aprofundamento em práticas educativas criativas e na forma de abordar problemáticas socioambientais. (Costa; Soares; Silva, 2024, p. 278).

No artigo A9, Ribeiro *et al.* (2022) estudaram as contribuições para a tomada de consciência sobre agricultura sustentável a partir da relação entre sustentabilidade e Educação Ambiental no Ensino de Química, por meio da resolução de problemas. A pesquisa contou com a

participação de 109 estudantes de diferentes níveis de ensino de três escolas públicas de Porto Alegre. Os autores constataram que

[...] com a utilização da metodologia de Resolução de Problemas foi que os educandos puderam, por intermédio da proposta e do tema apresentados, tomar consciência da importância de uma agricultura sustentável para uma vida com mais qualidade e da viabilidade desse tipo de plantio. Essa metodologia desenvolveu nos estudantes o senso de participação e trabalho em equipe, através de uma temática na qual estavam inseridos, possuíam conhecimentos prévios e puderam ampliá-los durante o trabalho realizado. (Ribeiro et al., 2022, p. 168).

Os autores do artigo A10, Falcí e Carvalho (2022), elaboraram e aplicaram uma sequência didática com ênfase nas emissões de CO₂ equivalente (CO₂e), visando tanto o ensino de conceitos relacionados à Educação Ambiental quanto uma formação mais consciente, crítica e cidadã. A sequência didática foi dividida em quatro momentos, a saber:

1º Momento: Leitura e discussão dos textos, previamente elaborados pela professora, em diferentes grupos. Resolução de questões norteadoras seguidas de questões do ENEM.

2º Momento: Cálculo de CO₂e das atividades mais comuns entre os alunos a partir de uma tabela confeccionada pela professora.

3º Momento: Plantio de árvore e blitz ecológica com confecção de cartazes e distribuição de mudas.

4º Momento: Aplicação da Verificação de Retenção de Aprendizagem – Feedback. (Falcí; Carvalho, 2022, p. 289-290).

2886

Os autores observaram mudanças comportamentais significativas nos estudantes no sentido de se trabalhar em prol da melhoria do meio ambiente, despertando “valores e estilos de vida mais adequados e capazes de reverter o processo de deterioração do meio ambiente e promover a todos uma melhor qualidade de vida” (Falcí; Carvalho, 2022, p. 292).

Já Laércio e Fonseca (2022, p. 24-25), no artigo A11, para o trabalho com Educação Ambiental (EA) aplicaram um jogo educativo digital no formato de quiz com estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental de uma instituição de Educação Básica pública do estado de São Paulo. Os autores destacaram conseguiram visualizar “os jogos educativos como ferramentas inovadoras que promovem a aprendizagem significativa e ativa”. Além disso, constatou-se, ainda, “uma melhoria no desempenho dos alunos, ou seja, por meio da avaliação dos erros é possível aprender, principalmente, quando o jogo e o professor apresentam as justificativas que embasam as questões corretas ou incorretas”. Assim, concluíram que o uso de jogos digitais educativos contribuiu para aprimorar, de forma ativa e significativa, conceitos acerca da EA.

Já no artigo A12 Nunes (2023, p. 91) traz à tona que a discussão da Educação Ambiental para a Sustentabilidade nas escolas deve integrar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

(ODS). Inclusive, com esse alinhamento as escolas passam a desempenhar “um papel fundamental na preparação de cidadãos conscientes e comprometidos com a construção de um futuro mais equitativo, resiliente e ambientalmente saudável”. Nunes (2023) conclui dizendo que para se alfabetizar ambientalmente é preciso que haja um

[...] impulso da investigação em educação ambiental, o que propicie a construção de um andaime teórico, com o que se adquire e troca conhecimentos. A combinação de todos esses aspectos pode ser a base para que os programas de educação ambiental se constituam em uma experiência exitosa nas escolas de educação básica. (Nunes, 2023, p. 101).

No artigo A14, que foi último artigo analisado, de Oliveira *et al.* (2024, p. 374) reportaram o desenvolvimento de uma Sequência Didática (SD) em cinco etapas com a utilização de tecnologias digitais, baseada no enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), com 16 estudantes do 6º ano do ensino fundamental. Os resultados revelaram aceitação dos estudantes com relação à SD, pois compreenderam que pensar em Educação Ambiental vai “além da preservação do meio ambiente, abrangendo aspectos sociais, econômicos, políticos e culturais da sustentabilidade e cidadania”.

A Sequência Didática proposta no artigo A14, com duração de 15 horas, baseou-se no modelo metodológico sugerido por Aikenhead (1994) e alinhou-se à Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018). Para alcançar os objetivos Oliveira *et al.* (2024, p. 379-380) organizaram SD em cinco etapas: 1) Apresentação de um problema social (utilizando slides e um vídeo intitulado “A História da cólera”); 2) Análise da tecnologia relacionada ao tema social (usando a tecnologia PROUSA no tratamento de água); 3) Estudo do conteúdo científico definido em função do tema social e da tecnologia introduzida (simulação do tratamento de água com o equipamento jar-test); 4) Estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado (visita técnica ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE); 5) Discussão da questão social original (Divididos em grupos, cada um analisa um tema ambiental para produção e apresentação de cartazes, maquetes ou jogos).

2887

Além disso, os autores do artigo A14, concluíram que com a SD utilizada pode

[...] potencializar a aplicação da EA em ambiente escolar e servir como uma oportunidade para os professores aplicarem-na com suas turmas, numa acepção de EA voltada para a EA política, questionadora e crítico-reflexiva, capaz de ensejar uma mudança de comportamento positiva em relação aos problemas ambientais. (Oliveira *et al.*, 2024, p. 399).

Ou seja, a partir da abordagem investigativa focada em CTSA, a SD demonstra convergência com as demandas do ensino contemporâneo, estabelecendo uma conexão significativa entre o universo científico e a realidade cotidiana, promovendo uma EA crítica,

reflexiva e cidadã, articulando fenômenos sociais e as dinâmicas organizacionais da sociedade, especialmente no contexto dos desafios e transformações do mundo atual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desta investigação em formato de revisão evidenciou-se a complexidade do tema e a urgência de adotar práticas sustentáveis e de educação ambiental em todos os setores da sociedade, e principalmente no campo da Educação, propostas de ensino que contribuem para o desenvolvimento de atitude crítica frente à sociedade contemporânea considerando os aspectos conceituais, econômicos, sociais, políticos e culturais, proporcionando aos alunos da Educação Básica um fundamento teórico significativo aos temas relacionados ao desenvolvimento de ações socioambientais sustentáveis.

Destaca-se que a importância da formação de professores foi relatada explicitamente em três artigos (A4, A8 e A13), focando na promoção da educação ambiental crítica, sob o aporte teórico do Ensino de Ciências por Investigação (EnCI)., com o intuito de se promover uma integração interdisciplinar entre a Educação Básica e as universidades. Essas iniciativas revelaram a necessidade premente de uma formação mais abrangente, instrumentalizando os docentes para práticas pedagógicas que contemplem a diversidade de contextos educacionais e socioambientais. 2888

Por fim, a análise dos 14 artigos, datados de 2014 a 2024, revelou um consenso sobre a importância de se trabalhar a sustentabilidade por meio de sequências didáticas investigativas (SEI), demonstrar que a sustentabilidade é possível, mas exige um esforço conjunto de diversos atores. Além disso, observou-se que as propostas produzidas indicaram a necessidade de um compromisso entre os atores do processo de ensino-aprendizagem (estudantes e professores) na busca pela consciência cidadã crítica, viando mudanças comportamentais significativas na construção de uma sociedade sustentável mais justa para todos.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Orgs.). **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994. p. 47-59.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: edições 70, 2016.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação. Brasília, DF, 2018.

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica. Ministério da Educação. Brasília, DF, 2019.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: meio ambiente. Ministério da Educação. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Presidência da República, Brasília, DF, 1999.

BRITO ACAG, LOPES ME. O papel da educação escolar para o exercício da cidadania. **Revista Primus Vitam**, n. 7, 2014.

CARVALHO, AMP. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigações. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

CARVALHO, AMP. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: Carvalho, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2019, p. 1-20.

CENTRO DE ESTUDOS EM SUSTENTABILIDADE DA FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV-CES). **Sustentabilidade e desenvolvimento: desafios para o século XXI**. Rio de Janeiro: FGV, 2008.

COLAGRANDE EA, FARIAS LA. Apresentação-Educação Ambiental e o contexto escolar brasileiro: desafios presentes, reflexões permanentes. **Educar em Revista**, v. 37, p. e81232, 2021.

2889

ELKINGTON J. Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development. **California Management Review**, v. 36, n. 2, p. 90-100, 1994.

FGV – CES. Centro de Estudos em sustentabilidade. **Apresentação**. Disponível em: <https://www.ces.fgvsp.br/>. Acesso em: 26 dez. 2024.

GARCÍA FB. Que avanços significativos foram feitos na implementação da Agenda 2030? In: **Perspectivas e Desafios da Agenda 2030: Igualdade, Comunidades Sustentáveis e instituições para o desenvolvimento, paz e realização dos ODS**. Pliegos de Yuste, n. 19, 2019.

GONÇALVES-DIAS SLF, et al. Desafios (e dilemas) para inserir “Sustentabilidade” nos currículos de administração: um estudo de caso. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, v. 14, p. 119-153, 2013.

HARLEY WF, OSBORNE J. Teacher behavior and student achievement: a review of the literature. **Review of Educational Research**, v. 55, n. 3, p. 39-91, 1985.

KAPLAN L, et al. Formação continuada de professores em educação ambiental crítica: uma análise das perspectivas e limites de um projeto de extensão. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 16, n. 2, p. 151-164, 2021.

KISTEMACHER D, COSTA MCGB. Política de educação ambiental na licenciatura: percepções de discentes em ciências naturais. **Pesquisa em Foco**, v. 27, n. 1, p. 16-37, 2022.

LUCIANO BH, et al. Educação ambiental e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC): perspectivas e desafios para o processo de ensino e aprendizagem no Brasil. **IOSR Journal of Humanities and Social Science**, v. 29, n. 2, p. 42-48, 2024.

MAIA JS, et al. Educação ambiental como campo de disputas: a necessária discussão epistemológica. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**, n. 7, p. 75-87. 2015.

PEREIRA AOK, et al. **Relações de consumo: meio ambiente**. Caxias do Sul, RS: Educs, 2009.

PIMENTA SG. **Saberes pedagógicos e identidade docente**. São Paulo: Cortez, 2005.

SÁ-SILVA, JR, et al. Aproximações teóricas sobre o ensino de Ciências por investigação no ensino fundamental. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 2, p. 130-141, 2023a.

SÁ-SILVA, JR, et al. Problematizações sobre o ensino de ciências por investigação na educação infantil. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 1, p. 1095-1109, 2023b.

SILVA, ALP. et al. O ensino de ciências por investigação nos anos iniciais do ensino fundamental. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 15, n. 10, p. 11862-11887, 2023.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002.

UNESCO. 2023. Capacitação de profissionais para a Educação e Desenvolvimento Sustentável. 2890 Disponível em: <https://unesdoc.unesco2023.org/ark:/48223/pf0000368992>. Acesso em: 10 jan. 2025.

VIEIRA SR, MORAIS JL, CAMPOS, MAT. Indicadores para avaliação das políticas públicas de Educação Ambiental nas escolas: uma análise à luz do ciclo de políticas e da teoria da atuação. **Educar em Revista**, v. 37, p. 1-20, 2021.

ZABALA A. **A prática educativa – como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2010.