

Alfabetização Biológica em sequências didáticas na Educação Básica brasileira: revisão de escopo das publicações em língua portuguesa (2000-2022) com o Checklist PRISMA-ScR

Biological Literacy in didactic sequences in Brazilian Basic Education: a scoping review of Portuguese-language publications (2000-2022) with the PRISMA-ScR Checklist

José Adriano Cavalcante Angelo ^a, Adjane da Costa Tourinho e Silva ^a, Marcelo Tadeu Motokane ^b

^a Rede Nordeste de Ensino (RENOEN), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Brasil; ^b Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP), Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, Brasil.

Resumo. Este artigo apresenta uma revisão de escopo (*Scoping Review*), norteada pelas diretrizes do PRISMA-ScR, para mapear a produção acadêmica brasileira (2000-2022) sobre Alfabetização Biológica em sequências didáticas na Educação Básica. A busca, realizada no Portal de Periódicos da CAPES e Google Acadêmico em julho de 2023, selecionou 53 artigos revisados por pares. A extração e análise dos dados ocorreram por estatística descritiva e síntese narrativa. Os resultados revelam um campo em consolidação, com crescimento a partir de 2016, forte concentração institucional na Região Sudeste e foco no Ensino Médio e Anos Finais do Ensino Fundamental. O Ensino por Investigação predominou como abordagem. Constatou-se terminologia heterogênea, com a Alfabetização Científica atuando como guarda-chuva conceitual. Conclui-se que há concentrações regionais e temáticas, com lacunas expressivas na Educação Infantil, Anos Iniciais e Educação de Jovens e Adultos (EJA). Recomenda-se maior explicitação conceitual da Alfabetização Biológica frente a modelos contemporâneos, e o fomento a estudos em contextos sub-representados, focados no desenvolvimento de habilidades cognitivas e argumentativas.

Palavras-chave:

Alfabetização Biológica, Alfabetização Científica, Biologia, Ensino de Biologia, Revisão de Escopo.

Submetido em

29/04/2026

Aceito em

01/08/2026

Publicado em

02/10/2026

Abstract. This article presents a scoping review, guided by the PRISMA-ScR checklist, to map Brazilian academic production (2000-2022) regarding Biological Literacy in didactic sequences within Basic Education. The search, conducted in the CAPES Periodical Portal and Google Scholar in July 2023, selected 53 peer-reviewed articles. Data extraction and analysis were performed using descriptive statistics and narrative synthesis. The results reveal a consolidating field, with growth starting in 2016, a strong institutional concentration in the Southeast Region, and a focus on High School and the Final Years of Elementary/Middle School. Inquiry-Based Teaching predominated as the methodological approach. Heterogeneous terminology was observed, with Scientific Literacy acting as a conceptual umbrella. We conclude that there are regional and thematic concentrations, alongside significant gaps in Early Childhood Education, the Early Years of Elementary School, and Youth and Adult Education (EJA). A greater conceptual explicitness of Biological Literacy in light of contemporary models is recommended, along with the promotion of studies in underrepresented contexts, focusing on the development of cognitive and argumentative skills.

Keywords:

Biological Literacy, Scientific Literacy, Biology, Biology Teaching, Scoping Review.

Introdução e contextualização teórica

O Ensino de Biologia tem assumido um papel estratégico na formação cidadã, impulsionado pela urgência em preparar os estudantes para analisar, compreender e tomar decisões

fundamentadas frente às crises ambientais, sanitárias e biotecnológicas contemporâneas (Angelo et al., 2025; Santos et al., 2020). Nesse cenário, consolida-se o conceito de Alfabetização Biológica, compreendido como um processo contínuo que transcende a apropriação passiva de conceitos ao exigir o desenvolvimento articulado de habilidades, concepções e valores, capacitando os indivíduos não apenas para entender os fenômenos vitais, a saúde e a biodiversidade, mas também para intervir criticamente na realidade e atuar na resolução de problemas complexos que impactam a sociedade e o meio ambiente (Angelo & Silva, 2023; Angelo et al., 2025; Semilarski & Laius, 2021; Semilarski, 2022; Uno & Bybee, 1994).

Embora a Alfabetização Biológica seja frequentemente tratada como subdomínio da Alfabetização Científica, há razões epistemológicas para tomá-la como construto relativamente autônomo. Mayr (1996, 2005) argumenta que a Biologia constitui ciência com lógica explicativa própria, marcada pela causalidade evolutiva, pela complexidade dos sistemas vivos e pela contingência histórica dos fenômenos, irreduzível ao modelo nomológico-dedutivo das ciências físico-químicas. Consequentemente, a formação científica em Biologia exige a mobilização de raciocínios e modos de explicação específicos, que a Alfabetização Científica em sentido amplo (Bybee, 1997; Chassot, 2003; Laugksch, 2000; Roberts, 2007; Sasseron & Carvalho, 2011) tende a integrar, mas não a esgotar.

Tomando emprestada a distinção operacional formulada por Silva e Sasseron (2021) para a Alfabetização Científica, é possível ler a Alfabetização Biológica em duas acepções complementares: Alfabetização Biológica, como conceito, em sentido estrito, designando o construto teórico que estrutura currículos, materiais e instrumentos de avaliação; e alfabetização biológica, como processo, em sentido funcional, designando o trajeto formativo de cada sujeito, contínuo e situado, no qual habilidades, concepções e valores são construídos ao longo da vida. A presente revisão de escopo opera predominantemente sobre o primeiro plano, mapeando como o conceito é definido e operacionalizado nas sequências didáticas, mas reconhece que a inteligibilidade dos achados depende dessa dupla referência.

A formulação de referência sobre níveis de Alfabetização Biológica é proposta pelo *Biological Sciences Curriculum Study* (1993), documento normativo desenvolvido nos Estados Unidos para subsidiar a elaboração de currículos e materiais didáticos de Biologia, e sistematizada conceitualmente por Uno e Bybee (1994). Em conjunto, essas formulações descrevem a Alfabetização Biológica não como um fim único a ser alcançado nas aulas de Biologia, mas como um contínuo ao longo do qual o sujeito constrói e reconstrói concepções, habilidades e valores durante toda a vida, podendo ocupar simultaneamente diferentes posições para diferentes conceitos da Biologia: um estudante pode operar, por exemplo, em nível Estrutural em Ecologia de Populações e em nível Funcional em Respiração Celular (Uno & Bybee, 1994). Essa formulação foi amplamente divulgada em língua portuguesa por Krasilchik (2019).

No nível Nominal, os indivíduos reconhecem termos como pertencentes ao domínio da Biologia, mas são incapazes de explicar corretamente os conceitos a eles associados; trata-se de uma alfabetização superficial, em que termos e conceitos são memorizados de forma isolada, frequentemente acompanhados de concepções equivocadas (BSCS, 1993; Uno & Bybee, 1994). No nível Funcional, os indivíduos usam termos biológicos de forma adequada

e definem corretamente os conceitos, podendo participar de discussões sobre temas biológicos; entretanto, predomina a memorização das definições, sem aprofundamento sistêmico nem envolvimento profundo com a investigação científica. No nível Estrutural, há internalização dos esquemas conceituais da Biologia: os indivíduos compreendem como fatos, explicações e teorias foram desenvolvidos, dominam os processos e as habilidades biológicas, explicam com palavras próprias os conceitos e fenômenos e são capazes de aplicá-los em situações inéditas, demonstrando entendimento significativo da Biologia em suas vidas. Por fim, no nível Multidimensional, os indivíduos articulam o conhecimento biológico com aspectos históricos, sociais, políticos, econômicos e tecnológicos, integram a Biologia às demais ciências, compreendem sua Natureza enquanto disciplina específica e são capazes de mobilizar esses saberes para a resolução de problemas autênticos e complexos (BSCS, 1993; Krasilchik, 2019; Uno & Bybee, 1994).

A esse contínuo, Angelo et al. (2025) sugerem o acréscimo do nível Analfabetismo Biológico na base do modelo, em diálogo com a concepção de analfabetismo científico de Bybee (1997). Indivíduos analfabetos biologicamente não chegam a compreender conceitos, termos e fenômenos como pertencentes ao domínio da Biologia, condição que pode decorrer da idade, do estágio de desenvolvimento ou de distúrbios cognitivos. Tal inclusão é metodologicamente relevante por distinguir o sujeito que ainda não acessou o domínio biológico daquele que já opera, mesmo de modo incipiente, no nível Nominal, distinção formativa decisiva para o desenho de intervenções pedagógicas adequadas e para a sensibilização à diversidade cognitiva.

Em paralelo à perspectiva por níveis, uma segunda perspectiva de pesquisa descreve a Alfabetização Biológica como construto composto por diferentes dimensões. Em sua tese de doutoramento, Semilariski (2022) conduziu investigação em duas etapas que combinaram uma revisão sistemática da literatura sobre Alfabetização Biológica como foco da educação em Biologia, abrangendo 38 artigos; e a avaliação dos resultados de aprendizagem em Biologia de estudantes do ensino secundário superior estoniano, com base nos componentes cognitivo e afetivo da Alfabetização Biológica. A pesquisa avaliou os ganhos conceituais dos estudantes, suas habilidades cognitivas (explicação, uso do conhecimento biológico, resolução de problemas e tomada de decisão em contextos biológicos) bem como suas autopercepções sobre a aprendizagem em Biologia e suas preferências profissionais. Os resultados apontaram, entre outros achados, correlação estatisticamente significativa entre a competência efetiva dos estudantes em Biologia e o desejo de atuar profissionalmente em campo relacionado à área, evidenciando a interdependência entre as dimensões cognitiva, afetiva e carreiras na formação biológica.

Os resultados sistematizados por Semilariski e Laius (2021) e aprofundados por Semilariski (2022) consolidam seis dimensões interconectadas para a Alfabetização Biológica. A dimensão Cognitiva envolve a construção do conhecimento biológico, o entendimento dos conceitos centrais, o desenvolvimento de habilidades cognitivas específicas da Biologia, como o raciocínio lógico, pensamento crítico, criatividade e metacognição (American Association for the Advancement of Science, 2011), e a investigação científica na Biologia. A dimensão da Natureza da Biologia abrange a compreensão da Natureza da Ciência e a reflexão sobre os

fundamentos epistemológicos, filosóficos, históricos, sociais e culturais que moldam o conhecimento biológico, distinguindo-o do conhecimento das demais ciências da natureza (Mayr, 1996). A dimensão Afetiva relaciona-se com o desenvolvimento de valores, atitudes e crenças, promovendo postura positiva em relação à Biologia e mobilizando o engajamento em discussões públicas sobre questões sociocientíficas e políticas. A dimensão Interdisciplinar reflete a natureza integrada da Biologia, que se beneficia, intelectual e pragmaticamente, das interlocuções com outras disciplinas (medicina, química, engenharia, matemática, ciências sociais, artes e humanidades), dado que se trata de “uma disciplina fundamentalmente moldada por suas atividades interdisciplinares” (Burggren et al., 2017, p. 105, tradução nossa). A dimensão da Sustentabilidade enfatiza o desenvolvimento de uma consciência crítica sobre as questões ambientais, capacitando os indivíduos para decisões responsáveis em relação à preservação do meio ambiente, e mobiliza competências globais e interculturais (Dale & Newman, 2005). Por fim, a dimensão de Carreiras Relacionadas à Biologia destaca a importância de sensibilizar os estudantes para as diversas oportunidades profissionais na área biológica, garantindo que estejam preparados para as exigências profissionais da contemporaneidade.

Articulando essas duas perspectivas, por níveis e dimensões, Angelo et al. (2025) propõem um modelo unificado de Alfabetização Biológica que avança em três frentes complementares. A primeira é a já mencionada inclusão do nível Analfabetismo Biológico na base do contínuo. A segunda é a incorporação da dimensão Bioética, justificada pela natureza intrinsecamente ético-moral do conhecimento biológico contemporâneo. A Bioética é descrita como dimensão composta por quatro competências fundamentais: a Reflexão Filosófica, a Argumentação Crítica, a Decisão Responsável e a Diversidade de Versões diante de dilemas morais e sociocientíficos. A terceira contribuição é a organização das sete dimensões em três domínios formativos que estruturam o modelo e qualificam diferentes formas de conhecimento e aplicação da Biologia.

O Domínio Psicológico refere-se à atividade mental de construção do conhecimento, ao entendimento de conceitos, à aquisição e ao uso de habilidades, em sua relação com fatores fisiológicos, representacionais e de autocontrole no que concerne à Biologia; nele se estruturam as dimensões Cognitiva, Afetiva, Carreiras Relacionadas à Biologia, Bioética e Sustentabilidade, com a Cognitiva mobilizando os esquemas conceituais e a investigação biológica, a Afetiva considerando a influência de valores, atitudes e crenças sobre a aprendizagem (Gardner et al., 2016; Zabala, 2014), Carreiras Relacionadas à Biologia estimulando o autoconhecimento vocacional, a Bioética mobilizando competências de julgamento moral e empatia, e a Sustentabilidade promovendo o pensamento sistêmico e a tomada de decisão crítica diante de problemas socioambientais. O Domínio Epistêmico refere-se à construção e ao estabelecimento do conhecimento científico, neste caso o biológico; nele se articulam as dimensões da Natureza da Biologia, de Carreiras Relacionadas à Biologia, Bioética e Sustentabilidade, com a Natureza da Biologia explicitando as bases epistemológicas, metodológicas, históricas e filosóficas das Ciências Biológicas (Kloser, 2012; Lederman, 2018; Mayr, 1996), Carreiras Relacionadas à Biologia favorecendo a apropriação crítica das práticas científicas e suas implicações epistemológicas, Bioética desenvolvendo a habilidade de avaliar criticamente a legitimidade e os limites da produção científica frente

aos valores humanos (Reiss, 2008), e Sustentabilidade integrando o saber biológico a processos complexos de produção e transformação ambiental e social com base em evidências científicas e princípios sistêmicos. O Domínio Social, por sua vez, refere-se à compreensão crítica das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, bem como à análise de aspectos históricos, culturais e éticos associados à Biologia, incluindo a valorização da memória etnobiológica, a promoção da cidadania científica e a reflexão sobre questões de diversidade étnico-racial e de gênero; nele se articulam as dimensões Afetiva, Carreiras Relacionadas à Biologia, Bioética e Sustentabilidade, contribuindo para a compreensão crítica e reflexiva sobre a inserção social e cultural dos conhecimentos biológicos.

A arquitetura do modelo estabelece, ainda, uma relação não trivial entre dimensões e níveis. As dimensões Cognitiva, Afetiva, Natureza da Biologia e Carreiras Relacionadas à Biologia são suficientes, quando articuladas nos três domínios, para sustentar a Alfabetização Biológica nos níveis Nominal, Funcional e Estrutural. A passagem ao nível Multidimensional, contudo, não se realiza por mero acúmulo conceitual: ela depende da atuação da dimensão Interdisciplinar, que opera como elemento de transição ao articular os processos históricos, epistêmicos, sociais, tecnológicos, materiais, culturais, econômicos e políticos envolvidos na construção dos esquemas conceituais e no domínio dos principais conceitos biológicos. As dimensões Bioética e Sustentabilidade, por sua natureza, são integralmente multidimensionais: atravessam os três domínios formativos e mantêm relações com todos eles, demandando a indissociabilidade entre o conhecimento biológico e a capacidade de pensamento reflexivo, produtivo e avaliativo sobre aspectos econômicos, tecnológicos e sociopolíticos associados à Biologia. Em consonância com Sasseron e Carvalho (2008), o modelo incorpora a perspectiva da Educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) como eixo estruturante, considerando que os conhecimentos biológicos são socialmente situados e historicamente construídos, e que sua aprendizagem se realiza plenamente quando articulada aos contextos sociotécnicos em que tais conhecimentos adquirem sentido formativo.

Para compreender como essa concepção formativa tem se materializado nas salas de aula da Educação Básica no Brasil, o presente trabalho integra um programa de investigação acadêmica mais amplo, voltado à análise da Alfabetização Biológica em intervenções pedagógicas e sequências didáticas. Nesse programa, uma revisão sistemática complementar (Angelo et al., 2026) dedicou-se à avaliação qualitativa das evidências de aprendizagem, com foco no desenvolvimento de habilidades cognitivas e argumentativas dos estudantes; o presente artigo, por sua vez, apresenta uma revisão de escopo que mapeia e descreve as características gerais e metodológicas da produção brasileira em língua portuguesa entre 2000 e 2022. Considerando a variação terminológica no contexto nacional, o mapeamento inclui, além da Alfabetização Biológica em sentido estrito, ocorrências de Letramento Biológico e de Alfabetização/Letramento Científico quando aplicadas à disciplina de Biologia em sequências didáticas.

A condução e o relato seguem as recomendações do PRISMA-ScR (Peters et al., 2020; Tricco et al., 2018). Adotamos o enquadramento PCC (População-Conceito-Contexto): a População refere-se a publicações brasileiras em português, revisadas por pares, que descrevem ou

analisam sequências didáticas no ensino de Biologia da Educação Básica; o Conceito é a Alfabetização Biológica e termos correlatos, tal como empregados nos estudos; e o Contexto é a Educação Básica no Brasil, entre 2000 e 2022, em artigos de periódicos.

O objetivo é mapear e descrever o corpus de publicações que abordam a Alfabetização Biológica (bem como os termos correlatos) em sequências didáticas no ensino de Biologia, de modo a indicar tendências e lacunas para investigações futuras. Em consonância com a natureza de revisões de escopo, esta investigação não realiza avaliação de qualidade dos estudos nem síntese de efeitos, privilegiando a amplitude e a cartografia das evidências disponíveis para orientar agendas de pesquisa e decisões didático-curriculares subsequentes.

Para tanto, as seguintes questões de pesquisa serviram de base para este estudo:

1. Quais termos são empregados nas publicações e como são operacionalizados nas fontes de informações?
2. Como as publicações se distribuem no tempo e no espaço?
3. Em quais níveis de ensino e temas de Biologia as sequências didáticas são desenvolvidas?
4. Quais metodologias, estratégias e instrumentos didáticos são utilizados nas sequências didáticas?
5. Quais técnicas de coleta e análise são empregadas pelos pesquisadores?
6. Quais referenciais teóricos fundamentam as intervenções e análises?

Assim, ambas as revisões constituem etapas complementares de um mesmo programa de investigação, voltado a compreender, em diferentes níveis de profundidade, como a Alfabetização Biológica vem sendo concebida e trabalhada na Educação Básica.

Métodos

Esta pesquisa caracteriza-se como uma Revisão de Escopo (ScR), um método de síntese de conhecimento voltado para mapear os principais conceitos que fundamentam uma área de pesquisa, bem como para esclarecer a extensão, a natureza e o volume da literatura disponível (Peters et al., 2020; Tricco et al., 2018). A condução e o relato deste estudo seguiram rigorosamente as diretrizes e o *checklist* do *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews* (PRISMA-ScR).

O modelo integrado de Alfabetização Biológica (Angelo et al., 2025) fundamenta a definição do objeto de estudo, mas não é mobilizado nesta revisão de escopo como grade de classificação dos achados. Uma classificação válida de cada categoria operacional por dimensão, domínio e nível exigiria um livro de código dedicado, com categorias operacionalizadas e verificação entre codificadoras (Elo & Kyngäs, 2008), procedimento distinto do aplicado à extração das categorias descritivas e que excede o escopo de mapeamento de uma revisão de escopo (Arksey & O'Malley, 2005; Peters et al., 2020).

Conforme preconizado pelas diretrizes metodológicas do PRISMA-ScR (Peters et al., 2020), revisões de escopo podem derivar de protocolos de investigação mais amplos. Sendo assim, o delineamento desta pesquisa no que tange às etapas de identificação, triagem e elegibilidade dos estudos compartilha o protocolo metodológico estabelecido e validado por Angelo et al. (2026) na primeira etapa desta investigação, aqui sintetizado para assegurar a reprodutibilidade autônoma do estudo.

Critérios de elegibilidade e estratégia de busca

A estratégia de busca e os critérios de elegibilidade aplicados para a constituição do *corpus* analítico foram detalhados de forma exaustiva no estudo precedente (Angelo et al., 2026). Em síntese, os critérios de inclusão abrangeram:

- (1) artigos publicados em periódicos revisados por pares;
- (2) redigidos em língua portuguesa;
- (3) publicados no recorte temporal de 2000 a 2022;
- (4) que relatassem intervenções por meio de sequências didáticas na Educação Básica, e;
- (5) que abordassem explicitamente a Alfabetização Biológica, Letramento Biológico, ou a Alfabetização/Letramento Científico aplicados a temas de Biologia.

Foi excluída literatura cinzenta (teses, dissertações, anais de eventos) e estudos em outros idiomas ou níveis de ensino.

As buscas foram executadas em julho de 2023 no Portal de Periódicos da CAPES e no Google Acadêmico (via software *Publish or Perish*¹). O fluxograma PRISMA detalhando o processo de seleção (que partiu de 16.270 registros brutos até a inclusão final) encontra-se publicado no referido estudo, resultando em um *corpus* consolidado de 53 artigos elegíveis para a presente revisão de escopo.

No Portal de Periódicos da CAPES, utilizou-se a busca avançada com os filtros “Qualquer campo” e “contém”, combinando pares de termos pelo operador “E”. No Google Acadêmico, utilizou-se a busca avançada com os campos “com a frase exata” (equivalente ao uso de aspas duplas, para o termo exato) e “com todas as palavras” (equivalente ao operador booleano AND). Os termos e operadores aplicados em cada base estão sistematizados na Tabela 1.

A combinação dessas estratégias gerou 16.270 registros brutos (158 no Portal de Periódicos da CAPES e 16.112 no Google Acadêmico). Após a remoção de duplicatas e de registros inacessíveis, a triagem por título e resumo e a avaliação de elegibilidade por leitura integral, consolidou-se um *corpus* de 53 artigos. O detalhamento quantitativo de cada etapa é apresentado no fluxograma PRISMA-ScR (Figura 1). A caracterização individual dos 53 estudos incluídos (nível de ensino, tema, vertente conceitual, estratégia de ensino, unidade da federação e identificação/DOI) encontra-se na Tabela 2 (Material Suplementar).

¹ Harzing, A. W. (2007). *Publish or Perish [Software de computador]*. Disponível em <https://harzing.com/resources/publish-or-perish>

Tabela 1. Estratégia de busca: fontes, campos, operadores e termos (busca em 2 jul. 2023).

Fonte	Campo(s) e operador(es)	Termo(s) de busca
Portal de Periódicos da CAPES (busca avançada)	"Qualquer campo" · "contém"	alfabetização biológica
	"Qualquer campo" · "contém"	letramento biológico
	"Qualquer campo" · "contém" E "Qualquer campo" · "contém"	alfabetização científica E biologia
	"Qualquer campo" · "contém" E "Qualquer campo" · "contém"	letramento científico E biologia
Google Acadêmico (via <i>Publish or Perish</i>)	"com a frase exata" (= aspas duplas)	"alfabetização biológica"
	"com a frase exata" (= aspas duplas)	"letramento biológico"
	"com a frase exata" + "com todas as palavras" (= AND)	"alfabetização científica" AND biologia
	"com a frase exata" + "com todas as palavras" (= AND)	"letramento científico" AND biologia

Extração e itens de dados

O diferencial desta Revisão de Escopo em relação à etapa anterior reside no processo de extração, categorização e síntese dos dados. Enquanto a revisão sistemática concentrou-se na análise qualitativa dos resultados de aprendizagem (habilidades cognitivas e argumentativas), esta etapa dedica-se ao mapeamento cartográfico e metodológico do campo.

Para responder às questões de pesquisa exclusivas deste mapeamento, os dados dos 53 artigos incluídos, cujas características gerais encontram-se disponíveis na Tabela 2 (Material Suplementar desta revisão de escopo), com base no protocolo de elegibilidade validado por Angelo et al. (2026), foram extraídos e tabulados em uma planilha estruturada (*Microsoft Excel®*). Para cada estudo incluído, estabeleceram-se *a priori* os seguintes itens de dados:

1. Metadados: autores, ano, título, periódico, DOI/URL, vínculo institucional, UF, país;
2. Nível de ensino (Educação Infantil, Ensino Fundamental - Anos Iniciais, Ensino Fundamental - Anos Finais, Ensino Médio);
3. Temas de Biologia;
4. Conceitos, definições e operacionalizações de Alfabetização Biológica, bem como as ocorrências correlatas: Letramento Biológico, Alfabetização/Letramento Científico em Biologia, com a respectiva fonte ou autor quando citado;
5. Referenciais teóricos e pedagógicos;
6. Metodologias, estratégias e instrumentos de ensino adotados nas sequências didáticas;
7. Método de pesquisa do estudo;
8. Técnicas de coleta e análise por parte dos pesquisadores;
9. Terminologias e palavras-chave;
10. Distribuições temporal e espacial (ano, região, UF, instituição no Brasil).

Durante a extração, consideramos as seguintes assunções e simplificações para garantir a padronização e a reprodutibilidade da análise:

1. Sequência didática, conforme Zabala (2014), como conjunto de atividades ordenadas com começo e fim conhecidos;

2. Alfabetização Biológica, Letramento Biológico e Alfabetização/Letramento Científico de temas da Biologia tratados como termos correlatos no contexto brasileiro, registrando todos;
3. Metodologias, estratégias e instrumentos de ensino distintos de técnicas de coleta e de análise;
4. Instituição do primeiro autor como prioritária para o vínculo espacial, quando múltiplas;
5. Adoção do ano de publicação no periódico.

A extração dos dados foi conduzida pelo autor principal, a partir do instrumento estruturado descrito, cujos itens foram definidos *a priori*. Não se adotou extração em duplicata independente: adotou-se o modelo de mapeamento por um revisor com verificação por um segundo, cabendo à coautora a supervisão, a auditoria da codificação e o arbítrio das dúvidas, com as divergências resolvidas por consenso. Esse procedimento é coerente com o adotado nas etapas de seleção e elegibilidade do mesmo programa de investigação (Angelo et al., 2026) e atende ao item de processo de extração (*data charting process*) do PRISMA-ScR (Peters et al., 2020; Tricco et al., 2018).

Síntese dos resultados

Os dados extraídos foram tratados por meio de estatística descritiva, utilizando contagens absolutas, proporções relativas e distribuições (temporal, espacial e por nível de ensino). Procedeu-se, adicionalmente, a uma síntese narrativa estruturada, isto é, uma apresentação textual analítica que organiza, integra e interpreta os achados segundo os mesmos eixos de mapeamento definidos pelas questões da pesquisa.

A apresentação dos resultados combina essa narrativa descritivo-analítica por subseção com a exposição de tabelas e gráficos. Ressalta-se que, quando um estudo reportou múltiplos elementos na mesma categoria (por exemplo, intervenções aplicadas a mais de um nível de ensino ou a utilização de variadas estratégias didáticas combinadas), adotou-se a multicodificação. Por esse motivo, as contagens absolutas podem exceder o número total de estudos incluídos ($n = 53$), condição que é devidamente explicitada nas legendas das respectivas representações visuais. Por fim, os dados não reportados pelos autores dos estudos originais foram categorizados e indicados com a sigla “N.R.” (Não Reportado).

Resultados e discussão

Como destacado no percurso metodológico, esta revisão de escopo constitui uma investigação complementar à revisão sistemática conduzida por Angelo et al. (2026). Essa articulação metodológica permite que os achados aqui apresentados dialoguem de forma direta com o corpus analítico já validado na literatura, expandindo o foco da análise de habilidades cognitivas e argumentativas.

Sendo assim, o processo de identificação, triagem e elegibilidade, que culminou na seleção dos 53 artigos analisados nesta pesquisa, encontra-se detalhado visualmente por meio do fluxograma PRISMA disposto na Figura 1 deste artigo.

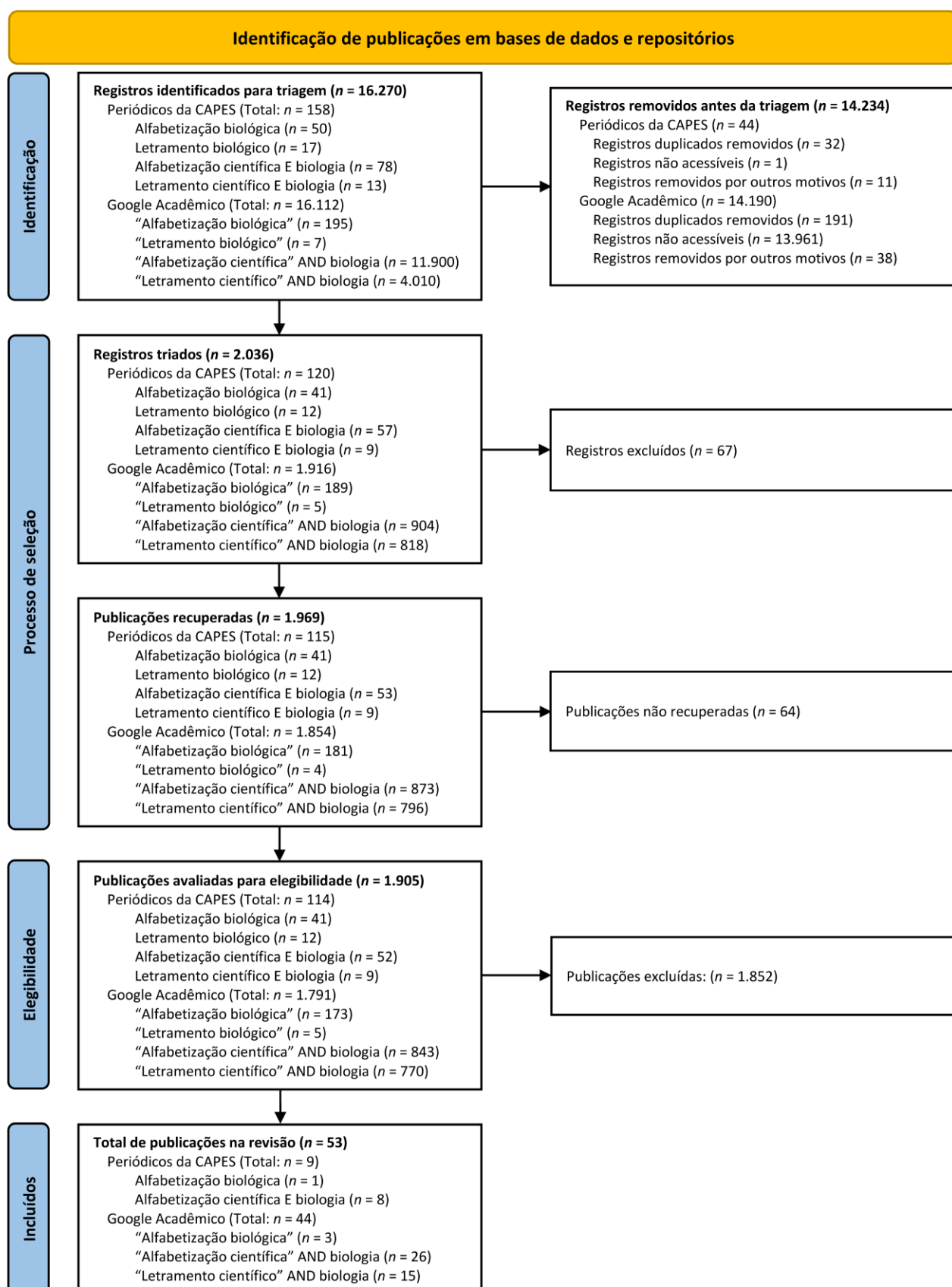


Figura 1. Fluxograma PRISMA da identificação, seleção e elegibilidade de publicações (Angelo et al., 2026).

De modo análogo, as características gerais dos estudos elegíveis foram inicialmente sistematizadas e disponibilizadas no Material Suplementar² do estudo anterior, cuja “**Tabela 4. Características dos estudos elegíveis**” (Angelo et al., 2026, grifo dos autores) reúne os seguintes dados de identificação e escopo das pesquisas: ID, Autores, Título, Ano, Descrição e DOI/URL.

Para atender às questões de pesquisa específicas desta etapa de mapeamento e assegurar a autossuficiência da presente revisão de escopo, os mesmos 53 estudos foram adicionalmente caracterizados quanto às variáveis de interesse deste mapeamento: nível de ensino, tema de Biologia, vertente conceitual (Alfabetização Biológica, Alfabetização Científica ou Letramento Científico em Biologia), estratégia de ensino predominante, unidade da federação e identificação/DOI; sistematizadas na Tabela 2 (Material Suplementar desta revisão de escopo).

Para otimizar a leitura, evitar a redundância de extensas tabelas de metadados e garantir a fluidez da discussão analítica que se segue, o presente manuscrito adotará o sistema de códigos previamente estabelecido. Dessa forma, todas as menções diretas aos trabalhos que compõem o corpus desta revisão de escopo serão indicadas no corpo do texto por meio de seus respectivos identificadores (variando de S-1 a S-53), permitindo a rápida localização cruzada na Tabela 2 (Material Suplementar).

A partir desse conjunto consolidado de 53 artigos, a síntese dos resultados e a discussão subsequente estão organizadas em subseções temáticas, desenhadas para responder às questões de pesquisa propostas e delinear o panorama da Alfabetização Biológica na Educação Básica brasileira.

Fontes e termos de pesquisa

Durante a revisão de escopo realizada neste estudo, verificou-se que o uso do termo Alfabetização Biológica é ainda pouco usual na produção acadêmica brasileira, especialmente quando comparado a outros conceitos mais difundidos, como a Alfabetização Científica ou o Letramento Científico. Essa constatação revela o investimento reduzido da comunidade acadêmica brasileira no conceito específico de Alfabetização Biológica, apesar da sua relevância para o ensino de Biologia e para a formação cidadã crítica.

A importância de explorar e aprofundar o uso do termo “Alfabetização Biológica” reside em sua complexidade conceitual, que abrange não apenas a compreensão de conteúdos específicos da Biologia, mas também sua inter-relação com aspectos sociais, históricos, filosóficos, culturais, econômicos e tecnológicos. Além disso, a predominância do uso dos conceitos mais amplos como Alfabetização Científica ou Letramento Científico, em detrimento do termo específico Alfabetização Biológica, gera lacunas importantes. Embora os conceitos mais amplos sejam úteis por sua abrangência, sua adoção exclusiva pode não

² Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/4513/1042>

capturar integralmente as particularidades metodológicas e epistemológicas próprias da Biologia.

Além disso, embora os Periódicos da CAPES sejam amplamente reconhecidos como uma importante fonte acadêmica, as buscas realizadas nesta pesquisa geraram um volume maior de resultados no Google Acadêmico, sugerindo uma tendência de maior disseminação e acesso às publicações nessa plataforma. Na Tabela 3 há a relação entre as Fontes e Termos de pesquisa, bem como seu quantitativo.

Tabela 3. Relação das produções, das Fontes e Termos de pesquisa.

Fonte	Termo	f	Referências
Periódicos da CAPES	AB	1	Fornazari e Obara, 2019 (S-2).
	AC + Bio	8	Almeida et al., 2022 (S-17); Alves e Caldeira, 2005 (S-19); Ferreira et al., 2012 (S-43); Freire et al., 2021 (S-13); Imhof e Schroeder, 2016 (S-40); Lima et al., 2021 (S-22); Lopes et al., 2018 (S-3); Novo e Cavalcanti, 2022 (S-26).
Google Acadêmico	AB	3	Aragão et al., 2019 (S-25); Brandão et al., 2021 (S-52); Fontes et al., 2022 (S-29).
	AC + Bio	26	Anjos et al., 2021 (S-20); Bavaresco e Palcha, 2020 (S-39); Costa e Lorenzetti, 2020 (S-5); Damiano e Rezende, 2021 (S-6); Fabrício et al., 2020 (S-21); Lorenzon e Herrmann, 2020 (S-35); Marchão e Machado, 2018 (S-9); Marques e Xavier, 2019 (S-15); Marques e Xavier, 2020 (S-10); Martins e Oliveira, 2021 (S-37); Nascimento et al., 2017 (S-1); Oliveira et al., 2021 (S-16); Perez et al., 2015 (S-23); Santana e Sedano, 2021 (S-44); Scarpa et al., 2017 (S-38); Sessa e Trivelato, 2017 (S-34); Silva e Campos, 2018 (S-18); Silva et al., 2021 (S-11); Silva et al., 2022 (S-30); Sinieghi e Barreto, 2021 (S-12); Souza et al., 2016 (S-45); Tognon e Oliveira, 2021 (S-24); Vasconcelos et al., 2022 (S-7); Viecheneski e Carletto, 2013 (S-50); Xavier e Rodrigues, 2021 (S-8); Yamada e Motokane, 2013 (S-14).
	LC + Bio	15	Araujo et al., 2021 (S-48); Bender et al., 2020 (S-4); Bizotto, 2021 (S-32); Karasek e Nobre, 2019 (S-36); Mendes et al., 2022 (S-41); Moresco et al., 2017 (S-27); Nascimento et al., 2022 (S-49); Oliveira e Vasconcelos Filho, 2022 (S-46); Pereira et al., 2020 (S-28); Pezarini e Maciel, 2020 (S-51); Rocha e Butnariu, 2021 (S-53); Rocha e Malheiro, 2020 (S-31); Rodrigues e Massabni, 2022 (S-33); Santos et al., 2016 (S-47); Vale et al., 2020 (S-42).

Notas: AB - Alfabetização Biológica, AC - Alfabetização Científica, LC - Letramento Científico, Bio - Biologia. A coluna “f” se refere à frequência

Essas constatações numéricas reforçam o cenário atual de subutilização e superficialidade do conceito de Alfabetização Biológica na literatura acadêmica nacional. De fato, os trabalhos revisados tendem a abordar de forma limitada o desenvolvimento desse conceito, discutido mais à frente neste artigo, com pouca profundidade analítica sobre as habilidades cognitivas e argumentativas envolvidas, na maioria dos artigos. Essa realidade reforça a importância e a originalidade deste estudo, contribuindo assim para práticas pedagógicas mais eficazes e contextualizadas na Educação Básica.

Distribuição temporal

A análise da distribuição de publicações ao longo do tempo revela o interesse progressivo pela Alfabetização Biológica e Alfabetização Científica em Biologia em sequências didáticas na Educação Básica no Brasil, sobretudo nos últimos dez anos. Ao avaliar a produção anual entre 2000 e 2022, nota-se um crescimento importante a partir de 2016, com um pico em 2021.

Embora tenha sido registrado apenas um artigo entre 2000 e 2011, observa-se que as publicações começaram a surgir de forma gradual em 2012.

A partir de 2016, o número de publicações cresce de modo consistente, atingindo um primeiro ápice em 2019, com cinco publicações.

A Figura 2 apresenta uma linha do tempo das publicações entre 2000 e 2022, demonstrando o aumento significativo no interesse pela área ou no tema nos últimos três anos. Com um máximo de 15 artigos em 2021, é possível inferir um renovado interesse no tema, impulsionado por questões contemporâneas em educação e ciências. Ainda que o número tenha caído para oito publicações em 2022, os dados sugerem uma tendência consolidada, com uma média anual de pelo menos três estudos nos últimos sete anos.

Esta trajetória, que aponta para uma área em crescimento, sugere um potencial campo de pesquisa em expansão. A continuidade dessa tendência pode indicar um aumento nos estudos nos próximos anos, refletindo o impacto da Alfabetização Biológica na formação científica de alunos.

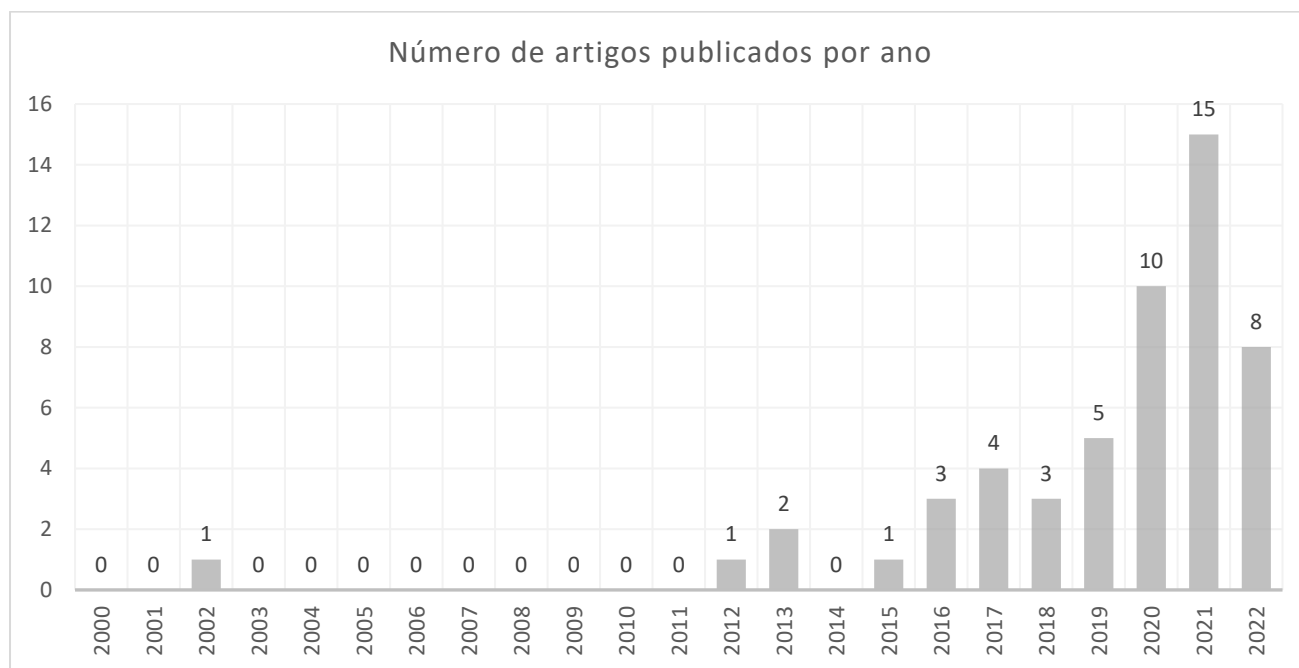


Figura 2. Artigos publicados por ano.

Distribuição espacial

A concentração das produções acadêmicas sobre o tema analisado encontra-se, predominantemente, na região Sudeste, com destaque para a Universidade de São Paulo (USP), que lidera com sete estudos. Além da USP, a Universidade Federal do ABC (UFABC), com três estudos, e outras universidades federais e estaduais bem-posicionadas na região contribuem para o alto número de produções, reforçando o prestígio e a infraestrutura consolidada que o Sudeste oferece. Instituições como a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), que registra uma publicação, e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que apresenta uma contribuição, também contribuem para o reconhecimento da região como um

importante polo de pesquisa e desenvolvimento científico no país. No Sudeste, contribuem ainda: a Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), que figura com uma publicação; o Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), que assinala uma ocorrência; o Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ), que totaliza uma produção; a Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), que responde por um trabalho; a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que indica uma publicação; a Universidade Estadual Paulista (Unesp), que marca presença com um artigo; e a Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL), que adiciona uma contribuição.

O Nordeste se destaca como a segunda região com maior número de produções acadêmicas, ficando atrás apenas do Sudeste. Nesse contexto, merecem destaque especial a Universidade Federal da Bahia (UFBA), a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e a Universidade Federal de Sergipe (UFS), que somam três, três e duas publicações, respectivamente. Além dessas, instituições como a Universidade Estadual do Ceará (UECE), que sinaliza uma publicação, a Universidade Federal do Piauí (UFPI), que aporta uma contribuição, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), que apresenta um estudo, a Universidade Regional do Cariri (URCA), que registra uma ocorrência, e a Universidade Tiradentes (Unit), que agrega uma publicação, também contribuem para o fortalecimento da pesquisa nordestina. Tal distribuição evidencia o protagonismo crescente do Nordeste no cenário nacional, ampliando a visibilidade regional e contribuindo de forma significativa para o debate científico no campo do Ensino de Biologia, especialmente nas discussões sobre Alfabetização Biológica.

No Sul, o Paraná se destaca, especialmente pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), que responde por quatro estudos, e pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), com duas produções. Esses números apontam para uma crescente relevância do estado no campo do Ensino de Biologia e da Educação em Ciências, enfatizando a força das instituições paranaenses como polos de inovação e investigação acadêmica. Na região Sul, somam-se ainda a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com duas publicações; a Universidade Feevale (Feevale), que registra um estudo; a Universidade Regional de Blumenau (FURB), que apresenta uma contribuição; a Universidade Estadual de Maringá (UEM), que figura com um trabalho; e a Universidade do Vale do Taquari (Univates), que adiciona uma publicação.

Enquanto isso, as regiões Norte e Centro-Oeste apresentam uma quantidade mais modesta de estudos. No Norte, a Universidade Federal do Pará (UFPA) abriga dois estudos, liderando o volume de publicações da região; a Universidade do Estado do Pará (UEPA) aporta uma publicação; a Universidade Federal de Rondônia (UNIR) registra um trabalho; e a Universidade Federal de Roraima (UFRR) apresenta uma contribuição. No Centro-Oeste, o Instituto Federal de Brasília (IFB) registra um estudo; a Universidade de Brasília (UnB) figura com um estudo, compondo o grupo de instituições do Centro-Oeste com contribuição unitária; a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) totaliza um trabalho; e a Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) agrega uma contribuição, o que evidencia maior volume de publicações nas regiões mais economicamente desenvolvidas do país. Essa distribuição desigual ressalta o papel central do Sudeste e o potencial em crescimento do Paraná no Sul, enquanto evidencia a necessidade de estímulo à pesquisa em outras regiões.

Os dados estão organizados na Tabela 4, que apresenta a distribuição das produções por região e instituição, destacando a quantidade de estudos por instituição.

Tabela 4. Distribuição espacial.

Região	f	Instituição (f)
Norte	5	Universidade Federal do Pará - UFPA (2); Universidade do Estado do Pará - UEPA (1); Universidade Federal de Rondônia - UNIR (1); Universidade Federal de Roraima - UFRR (1).
Nordeste	13	Universidade Federal da Bahia - UFBA (3); Universidade Federal de Pernambuco - UFPE (3); Universidade Federal de Sergipe - UFS (2); Universidade Estadual do Ceará - UECE (1); Universidade Federal do Piauí - UFPI (1); Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN (1); Universidade Regional do Cariri - URCA (1); Universidade Tiradentes - Unit (1).
Centro-Oeste	4	Instituto Federal de Brasília - IFB (1); Universidade de Brasília - UnB (1); Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT (1); Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT (1).
Sudeste	19	Universidade de São Paulo - USP (7); Universidade Federal do ABC - UFABC (3); Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI (1); Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz (1); Instituto Federal do Espírito Santo - IFES (1); Instituto Federal do Rio de Janeiro - IFRJ (1); Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG (1); Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP (1); Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ (1); Universidade Estadual Paulista - Unesp (1); Universidade Cruzeiro do Sul - UNICSUL (1).
Sul	12	Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR (4); Universidade Federal do Paraná - UFPR (2); Universidade Federal de Santa Maria - UFSM (2); Universidade Feevale - Feevale (1); Universidade Regional de Blumenau - FURB (1); Universidade Estadual de Maringá - UEM (1); Universidade do Vale do Taquari - Univates (1).

Nota: a coluna “f” se refere à frequência.

Distribuição por níveis de ensino

A Tabela 5 apresenta a distribuição dos artigos revisados por nível de ensino, destacando que o maior número de pesquisas em Alfabetização Biológica concentra-se no Ensino Médio, com 24 estudos, e no Ensino Fundamental - Anos Finais, 17 estudos. Este padrão sugere um interesse acentuado em investigar o desenvolvimento da alfabetização científica e biológica nessas etapas de ensino, em que há uma ênfase curricular em Ciências Naturais e Biologia, com maior carga horária e docência mais frequentemente exercida por licenciados na área, alinhada à formação de professores nessas áreas específicas.

A participação de estudos com alunos da Educação Infantil, apenas três estudos, e dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, com onze estudos, é notavelmente menor. Embora a disciplina de Ciências seja obrigatória nessas etapas, essa menor representatividade pode relacionar-se a diferenças na carga horária dedicada à área e à formação inicial predominantemente pedagógica, com menor carga horária específica em Ciências e Didática de Ciências quando comparada às licenciaturas de Ciências e Ciências Biológicas dos Anos Finais e do Ensino Médio. Essa distribuição sugere uma tendência de maior aplicação das práticas de Alfabetização Biológica em níveis com maior carga horária em Ciências e com docência mais frequentemente a cargo de licenciados na área.

Assim, a análise por nível de ensino reflete tanto a estrutura curricular (especialmente a carga horária de Ciências) quanto o perfil formativo dos educadores, com maior foco na Biologia a partir do Ensino Fundamental - Anos Finais e uma crescente demanda por Alfabetização Biológica no Ensino Médio.

Palavras-chave

As palavras-chave foram analisadas como indicadores do conteúdo central dos artigos. Aqui, o objetivo é mapear tendências temáticas e terminológicas e padronizar descritores para as análises gráficas e quantitativas, além de facilitar a indexação em mecanismos de busca e orientar leitores e pesquisadores quanto à relevância e aplicabilidade do estudo para suas próprias investigações.

Tabela 5. Publicações por nível de ensino.

Nível	f ³	Referências
Educação Infantil	3	Lopes et al., 2018 (S-3); Sinieghi e Barreto, 2021 (S-12); Xavier e Rodrigues, 2021 (S-8).
Ensino Fundamental - Anos Iniciais	11	Aragão et al., 2019 (S-25); Damiano e Rezende, 2021 (S-6); Fabrício et al., 2020 (S-21); Lorenzon e Herrmann, 2020 (S-35); Oliveira et al., 2021 (S-16); Perez et al., 2015 (S-23); Rocha e Malheiro, 2020 (S-31); Santana e Sedano, 2021 (S-44); Santos et al., 2016 (S-47); Vasconcelos et al., 2022 (S-7); Viecheneski e Carletto, 2013 (S-50).
Ensino Fundamental - Anos Finais	17	Bavaresco e Palcha, 2020 (S-39); Bender et al., 2020 (S-4); Bizotto, 2021 (S-32) (EJA); Costa e Lorenzetti, 2020 (S-5); Fornazari e Obara, 2019 (S-2); Freire et al., 2021 (S-13); Marques e Xavier, 2019 (S-15); Marques e Xavier, 2020 (S-10); Moresco et al., 2017 (S-27); Nascimento et al., 2022 (S-49); Pezarini e Maciel, 2020 (S-51); Rocha e Malheiro, 2020 (S-31); Sessa e Trivelato, 2017 (S-34); Silva e Campos, 2018 (S-18); Silva et al., 2021 (S-11); Vale et al., 2020 (S-42); Yamada e Motokane, 2013 (S-14).
Ensino Médio	24	Almeida et al., 2022 (S-17); Alves e Caldeira, 2005 (S-19); Anjos et al., 2021 (S-20); Araujo et al., 2021 (S-48); Brandão et al., 2021 (S-52); Ferreira et al., 2012 (S-43); Fontes et al., 2022 (S-29); Imhof e Schroeder, 2016 (S-40); Karasek e Nobre, 2019 (S-36); Lima et al., 2021 (S-22); Marchão e Machado, 2018 (S-9); Martins e Oliveira, 2021 (S-37); Mendes et al., 2022 (S-41); Nascimento et al., 2017 (S-1); Novo e Cavalcanti, 2022 (S-26); Oliveira e Vasconcelos Filho, 2022 (S-46); Pezarini e Maciel, 2020 (S-51); Pereira et al., 2020 (S-28); Rodrigues e Massabni, 2022 (S-33); Rocha e Butnariu, 2021 (S-53); Scarpa et al., 2017 (S-38); Silva et al., 2022 (S-30); Souza et al., 2016 (S-45); Tognon e Oliveira, 2021 (S-24).

Devido à grande variedade e baixa recorrência apresentada, as palavras-chave foram agrupadas em cinco categorias, conforme disposto na Tabela 6. Essa organização em categorias permite uma análise mais detalhada das tendências de pesquisa e revela a predominância de temas específicos no campo da Alfabetização Biológica. A categorização reflete diferentes aspectos dos artigos no que concerne à sua representação, indexação, precisão e relevância, otimizando a recuperação das produções pelos mecanismos de busca.

A baixa frequência de algumas palavras-chave sugere uma segmentação temática significativa, o que indica que as pesquisas estão se concentrando em nichos específicos, possivelmente inovadores, dentro da Alfabetização Biológica e áreas correlatas. Dessa forma, a categorização proporciona uma visualização organizada dos focos atuais de pesquisa, servindo como ponto de partida para identificar lacunas no conhecimento e oportunidades de estudo, principalmente em temas emergentes na área de Ciências e Educação.

A categoria Educação Científica agrupa as palavras-chave diretamente vinculadas ao Ensino de Ciências, enquanto a categoria Educação abrange aquelas associadas a práticas, metodologias, recursos e temáticas educativas. A categoria Temas em Biologia reúne

³ Alguns estudos foram desenvolvidos em mais de um nível de ensino ao mesmo tempo.

diferentes tópicos das Ciências Biológicas. Níveis e Modalidades de Ensino identifica os níveis e modalidades de ensino nos quais as pesquisas dos artigos foram realizadas. Por fim, a categoria Teóricos destaca o referencial teórico empregado nos textos.

Tabela 6. Frequência das palavras-chave.

Categoria	f	Palavras-chave (f)
Educação científica	96	Alfabetização Científica (22), Ensino de Ciências (11), Ensino de Biologia (5), Sequência didática (5), Ensino por investigação (4), Argumentação (3), Atividade investigativa (3), Sequência de Ensino Investigativa (3), Aprendizagem significativa (2), Ensino de Ciências e Biologia (2), Ensino de Ciências por Investigação (2), Experimentação (2), Investigação (2), Letramento Científico (2), Alfabetização em Nutrição (1), Aula de campo (1), Aula prática (1), Clube de Ciências (1), Conceitos científicos (1), Concepções alternativas (1), CTS (1), CTSA (1), Educação Científica Baseada em Projeto - ECBP (1), Educação CTSA (1), Educação em microbiologia (1), Ensino de biologia celular (1), Ensino de Botânica (1), ensino de ecologia (1), Ensino de microbiologia (1), estratégias CTSA (1), experimento (1), gestos (1), Interação verbal (1), interações dialógicas (1), Investigação e vicências (1), Método científico (1), Observação científica (1), Prática investigativa (1), Práticas Epistêmicas (1), questões sociocientíficas (1), Sequência didática investigativa (1), Textos científicos (1).
Educação	49	Aprendizagem (2), Ciências (2), Contextualização (2), Formação de Professores (2), Metodologias ativas (2), (Multi) letramentos (1), ação sociopolítica (1), Alfabetização (1), Análise do discurso (1), Aprendizado (1), Atividade de situações-problema (1), Autonomia do estudante (1), Biologia (1), Conhecimento (1), construtivismo (1), conteúdos CPA (1), Educação Ambiental (1), Ensino (1), Ensino e Aprendizagem (1), escola pública (1), Espaços educativos não formais (1), Estratégia didática (1), Ferramenta didática (1), Ficção científica (1), Interdisciplinaridade (1), Jogo didático (1), Letramento (1), Literatura (1), Ludicidade (1), Metodologia (1), métodos ativos (1), Ministar (1), Modelo Didático Misto (1), oficina (1), Oficinas pedagógicas (1), Painel (1), Planejamento (1), professor pesquisador (1), propósitos e ações epistemológicas (1), Protagonismo juvenil (1), Recursos pedagógicos (1), Recursos semióticos (1), Teoria e prática (1), vídeo (1).
Temas em Biologia	25	Botânica (2), Seres vivos (2), Bioindicadores (1), Crustáceos (1), Célula (1), Desenvolvimento vegetal (1), exame clínico (1), Fermentação (1), Fermentação Alcoólica (1), Fisiologia vegetal (1), Fungos (1), Geociências (1), Hipertensão arterial (1), Horta escolar (1), Insetos (1), Meio ambiente (1), Microrganismos (1), Paleontologia (1), saúde (1), Temática ambiental (1), Toxicidade (1), Vacinas (1), ética ambiental (1).
Níveis e Modalidades de Ensino	13	Anos iniciais (2), Anos iniciais do Ensino Fundamental (2), Ensino Fundamental (2), Ensino Médio (2), Anos finais do ensino fundamental (1), Educação básica (1), Educação Infantil (1), EJA (1), Fundamental (1).
Teóricos	2	Bonini (1), Toulmin (1).

Temas da Biologia

Assim como as palavras-chave, os Temas da Biologia tratados nos artigos representam uma variedade significativa de assuntos com baixa frequência individual, o que aponta para uma dispersão temática em nichos específicos e áreas emergentes da Biologia. Por esse motivo, foram organizados em seis categorias principais, dispostas na Tabela 7. Tal como ocorreu na organização das palavras-chave, a categorização dos temas proporciona uma análise mais detalhada das tendências de pesquisa e permite visualizar com clareza os focos predominantes. Essas categorias não apenas refletem o escopo e a segmentação do campo, mas também favorecem a indexação e recuperação dos artigos, uma vez que as tornam acessíveis nos principais repositórios de pesquisa acadêmica.

Tabela 7. Temas de Biologia nos artigos.

Categoria	f	Tema (f)
Fundamentos da Biologia	22	Genética (4), Ecologia (4), Biologia Celular (3), Botânica (3), Microbiologia (3), Seres vivos (2), Células (1), Evolução (1), Origem da vida (1).
Meio Ambiente e Sustentabilidade	10	Meio Ambiente (5), Pegada ecológica (2), Poluição (1), Transformações da Natureza (1), Uso sustentável da água (1).
Organismos e Sistemas	9	Artrópodes (3), Corpo humano (1), Dinossauros (1), Fungos (1), Histologia (1), Microrganismos (1), Sistema sensorial (1).
Processos Biológicos	7	Fermentação (2), Fotossíntese (1), Nutrição Vegetal (1), Respiração (1), Sexualidade Humana (1), Transgênicos (1).
Saúde	5	Saúde (2), Alimentação humana (1), Hipertensão arterial (1), Vacina (1).
Estudos Interdisciplinares em Biologia	2	Bioética (1), Geociências (1).

Nota: dois estudos são classificados em mais de um tema, o que faz o total exceder $n = 53$.

Os temas foram organizados em seis categorias distintas, cada uma abrangendo áreas específicas da Biologia, a fim de fornecer uma visão holística e estruturada dos tópicos abordados. Os Fundamentos da Biologia agrupam os temas centrais e conceituais da Biologia, que formam a base para a compreensão das Ciências Biológicas; Saúde agrupa os temas relacionados à Biologia humana e ao impacto na saúde e bem-estar, refletindo a relevância dos estudos da Biologia na compreensão e na promoção da saúde humana; Meio Ambiente e Sustentabilidade, que inclui temas focados na interação entre ser humano e o ambiente, além de questões de sustentabilidade, de forma a destacar a importância da Biologia na preservação e no equilíbrio dos ecossistemas; Organismos e Sistemas, que reúne os temas que abordam a diversidade dos organismos vivos e os sistemas biológicos, com ênfase na complexidade e diversidade dos seres vivos e seus sistemas; Processos Biológicos, reunindo os processos biológicos fundamentais que ocorrem em organismos vivos, no caso, os mecanismos subjacentes que sustentam a vida, e Estudos Interdisciplinares em Biologia, abrangendo temas que relacionam a Biologia com outras disciplinas.

Referenciais teóricos

A definição de Alfabetização Biológica, Alfabetização Científica e Letramento Científico nos estudos analisados se apoia em referenciais teóricos variados, indicando uma preocupação em contextualizar essas abordagens dentro de marcos conceituais reconhecidos. A Tabela 8 apresenta a fundamentação utilizada nos trabalhos.

No caso da Alfabetização Biológica, embora citada em menor frequência, em três estudos, é fundamentada principalmente em Krasilchik e em Barbão e Oliveira, o que sugere uma tentativa inicial de estabelecer conceitos específicos para a Biologia no contexto do ensino. Esse embasamento foca na compreensão dos conceitos biológicos fundamentais e sua aplicabilidade na vida cotidiana dos alunos, posicionando a Alfabetização Biológica como um processo de formação que ultrapassa a mera aquisição de conhecimento biológico.

Já a Alfabetização Científica é a abordagem mais discutida, com 98 referências, sendo amplamente fundamentada em autores como Sasseron e Carvalho; Chassot; e Lorenzetti e Delizoicov. Esses autores enfatizam a Alfabetização Científica como um processo de desenvolvimento de competências para interpretar, questionar e participar criticamente de questões científicas e tecnológicas no cotidiano, posicionando o aluno como um sujeito ativo e reflexivo. Sasseron, por exemplo, valoriza o papel da Alfabetização Científica no desenvolvimento do pensamento crítico e na formação de cidadãos engajados, enquanto Bybee e Fourez contribuem com uma perspectiva mais ampla, ao propor a Alfabetização Científica como uma competência essencial para lidar com desafios do mundo moderno. A Alfabetização Científica é, portanto, concebida como um processo de emancipação e autonomia.

No que diz respeito ao Letramento Científico, com 15 referências, alguns estudos, com autores como Hodson e o Brasil, por meio da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), conectam o conceito à prática educativa brasileira, enfatizando sua aplicabilidade para tornar o conhecimento científico acessível e relevante aos estudantes. Hodson e a BNCC propõem o Letramento Científico como um meio de estimular a capacidade dos alunos para compreender, interpretar e aplicar conceitos científicos no contexto escolar e na vida prática, com foco na formação de uma visão crítica sobre a ciência e seu papel na sociedade. O uso de referências como a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) sugere uma influência das políticas públicas e diretrizes educacionais na conceituação do Letramento Científico.

Essas abordagens demonstram uma complexidade conceitual ao tratar da Alfabetização Biológica, Alfabetização Científica e Letramento Científico, refletindo esforços para conectar a Biologia e as Ciências aos desafios e demandas do mundo atual. Contudo, há uma lacuna importante, pois a Biologia frequentemente é discutida sob a perspectiva mais ampla da Alfabetização Científica, e não a partir de suas especificidades próprias. Essa opção gera limitações importantes, impedindo avanços conceituais e metodológicos específicos. Assim, é fundamental investir mais profundamente na discussão conceitual e prática da Alfabetização Biológica, destacando suas particularidades metodológicas e epistemológicas, a fim de promover uma formação científica mais abrangente e crítica dos alunos.

Tabela 8. Fundamentação de Alfabetização Biológica, Alfabetização Científica e Letramento Científico utilizada nos trabalhos.

Definição	f	Referência (f)
Alfabetização Biológica	3	Krasilchik (2); Barbão e Oliveira (1).
Alfabetização Científica	98	Sasseron e Carvalho (25); Chassot (13); Lorenzetti e Delizoicov (8); Sasseron (6); Fourez (5); Santos (4); Brandi e Gurgel (2); Bybee (2); DeBoer (2); Hurd (2); Laugksch (2); Shen (2); Aguiar (1); Auler e Delizoicov (1); Bochecho (1); Brito e Fireman (1); Chagas (1); Del Corso (1); Delizoicov et al. (1); Diaz et al. (1); Furió et al. (1); Furman (1); Kolstø (1); Lederman (1); Lira e Teixeira (1); Lonardi e Carvalho (1); Lorenzetti (1); Martins (1); Miller (1); Penha et al. (1); Pizarro e Lopes Júnior (1); Praia (1); Sasseron e Machado (1); Shamos (1); Silva et al. (1); Tenreiro-Vieira e Vieira (1).

Definição	f	Referência (f)
Letramento Científico	15	Hodson (2); BNCC (2); Eler e Ventura (1); Fourez (1); Krasilchik e Marandino (1); Lorenzetti (1); Mamede e Zimmermann (1); OECD (1); PCN (1); Pinheiro (1); Socoloski (1); Souza et al. (1); Teixeira (1).

Nota: os autores listados nessa tabela constituem dados extraídos do *corpus* de análise e representam o embasamento teórico dos estudos revisados. Por não se tratar de citações diretas utilizadas na construção argumentativa deste artigo, não constam na lista de referências final.

Metodologias, estratégias e instrumentos de ensino

Esta seção, sintetizada na Tabela 9, organiza a didática das sequências em três frentes: metodologias de ensino, estratégias didáticas e instrumentos didáticos. As contagens referem-se ao *corpus* dos artigos S-1 a S-53, sem duplicação por estudo. Itens próprios da instrumentação de pesquisa (por exemplo: questionário, entrevista, observação como coleta) não integram esta seção.

No eixo das metodologias de ensino, sobressai o Ensino por Investigação, com ocorrência em 22 trabalhos (considerado apenas quando explicitamente declarado), de maneira a favorecer o protagonismo estudantil e o pensamento crítico (Pedaste et al., 2015). Em seguida, CTSA aparece em nove e Projeto/ECBP em seis; há ainda registros isolados de Três Momentos Pedagógicos (3MP) e de Metodologias Ativas (um estudo cada). Quando a intervenção aplica uma sequência sem enunciar a metodologia adotada, classificou-se como Sequência Didática (não especificada), totalizando 14 artigos.

Quanto às estratégias didáticas, destacam-se experimentação e leitura orientada (seis ocorrências cada), seguidas de aula expositiva e debate/argumentação (três cada). Com menor expressão, aula de campo, questões sociocientíficas (QSC), oficina e pesquisa orientada reúnem duas ocorrências cada; de modo pontual, problematização, resolução de problemas, *brainstorming* e observação *in loco* apresentam uma ocorrência cada. Termos iguais, semelhantes ou próximos foram reunidos sob uma mesma denominação (por exemplo, variações de “experimentação” e “prática” contaram uma única vez por estudo).

No que se refere aos instrumentos didáticos, identificou-se o uso de vídeo/filme/documentário e produção textual (três ocorrências cada); apresentação, produção audiovisual e jogos, com dois estudos cada. Com incidência pontual, HQ, quiz, animação 3D, maquete, painel e técnica de tarjetas registram uma ocorrência cada. Os instrumentos operam como mediações concretas que dão forma às estratégias e potencializam a aprendizagem conceitual nas sequências.

Dessa forma, a distinção entre metodologias de ensino, estratégias didáticas e instrumentos didáticos confere rigor descritivo e evita sobreposições, permitindo observar como a concepção organiza o processo e se concretiza em mediações específicas. Esse arranjo é coerente com o propósito desta revisão, orientada pela Alfabetização Biológica, e sustenta a análise dos efeitos formativos das sequências sobre habilidades cognitivas e argumentativas dos estudantes.

Tabela 9. Metodologias, estratégias e instrumentos de ensino utilizados nos trabalhos.

Âmbito didático	Tipo	f	Referência
Metodologia	Ensino por Investigação	22	Nascimento et al., 2017 (S-1); Bender et al., 2020 (S-4); Vasconcelos et al., 2022 (S-7); Sinieghi e Barreto, 2021 (S-12); Freire et al., 2021 (S-13); Oliveira et al., 2021 (S-16); Alves e Caldeira, 2005 (S-19); Lima et al., 2021 (S-22); Tognon e Oliveira, 2021 (S-24); Aragão et al., 2019 (S-25); Novo e Cavalcanti, 2022 (S-26); Silva et al., 2022 (S-30); Rocha e Malheiro, 2020 (S-31); Bizotto, 2021 (S-32); Martins e Oliveira, 2021 (S-37); Scarpa et al., 2017 (S-38); Bavaresco e Palcha, 2020 (S-39); Mendes et al., 2022 (S-41); Santana e Sedano, 2021 (S-44); Oliveira e Vasconcelos Filho, 2022 (S-46); Nascimento et al., 2022 (S-49); Brandão et al., 2021 (S-52).
	CTSA	9	Fornazari e Obara, 2019 (S-2); Marques e Xavier, 2020 (S-10); Marques e Xavier, 2019 (S-15); Silva e Campos, 2018 (S-18); Karasek e Nobre, 2019 (S-36); Ferreira et al., 2012 (S-43); Santos et al., 2016 (S-47); Araujo et al., 2021 (S-48); Viecheneski e Carletto, 2013 (S-50).
	3MP	1	Costa e Lorenzetti, 2020 (S-5).
	Projeto/ECBP	6	Lopes et al., 2018 (S-3); Marchão e Machado, 2018 (S-9); Almeida et al., 2022 (S-17); Anjos et al., 2021 (S-20); Lorenzon e Herrmann, 2020 (S-35); Imhof e Schroeder, 2016 (S-40).
	Sequência Didática (não especificada)	14	Damiano e Rezende, 2021 (S-6); Xavier e Rodrigues, 2021 (S-8); Silva et al., 2021 (S-11); Yamada e Motokane, 2013 (S-14); Fabrício et al., 2020 (S-21); Perez et al., 2015 (S-23); Moresco et al., 2017 (S-27); Pereira et al., 2020 (S-28); Rodrigues e Massabni, 2022 (S-33); Sessa e Trivelato, 2017 (S-34); Vale et al., 2020 (S-42); Souza et al., 2016 (S-45); Pizarini e Maciel, 2020 (S-51); Rocha e Butnariu, 2021 (S-53).
	Metodologias Ativas	1	Fontes et al., 2022 (S-29).
Estratégia	Experimentação	6	Bender et al., 2020 (S-4); Brandão et al., 2021 (S-52); Moresco et al., 2017 (S-27); Silva et al., 2022 (S-30); Pereira et al., 2020 (S-28); Vale et al., 2020 (S-42).
	Leitura orientada	6	Almeida et al., 2022 (S-17); Alves e Caldeira, 2005 (S-19); Marques e Xavier, 2019 (S-15); Souza et al., 2016 (S-45); Rodrigues e Massabni, 2022 (S-33); Vale et al., 2020 (S-42).
	Debate/argumentação	3	Alves e Caldeira, 2005 (S-19); Ferreira et al., 2012 (S-43); Souza et al., 2016 (S-45).
	Aula de campo	2	Ferreira et al., 2012 (S-43); Sessa e Trivelato, 2017 (S-34).
	QSC	2	Araujo et al., 2021 (S-48); Santos et al., 2016 (S-47).
	Oficina (didática/pedagógica)	2	Perez et al., 2015 (S-23); Fornazari e Obara, 2019 (S-2).
	Pesquisa orientada	2	Souza et al., 2016 (S-45); Karasek e Nobre, 2019 (S-36).
	Aula expositiva	3	Almeida et al., 2022 (S-17); Brandão et al., 2021 (S-52); Pereira et al., 2020 (S-28).
	Problematização	1	Almeida et al., 2022 (S-17).
	Resolução de problemas	1	Vasconcelos et al., 2022 (S-7).
	Brainstorming	1	Ferreira et al., 2012 (S-43).
	Observação <i>in loco</i>	1	Lopes et al., 2018 (S-3).

Âmbito didático	Tipo	f	Referência
Instrumentos	Vídeo/filme/documentário	3	Alves e Caldeira, 2005 (S-19); Karasek e Nobre, 2019 (S-36); Pereira et al., 2020 (S-28).
	Produção audiovisual	2	Ferreira et al., 2012 (S-43); Vale et al., 2020 (S-42).
	Produção textual	3	Marques e Xavier, 2019 (S-15); Rodrigues e Massabni, 2022 (S-33); Vale et al., 2020 (S-42).
	Apresentação	2	Karasek e Nobre, 2019 (S-36); Souza et al., 2016 (S-45).
	Jogo(s)	2	Lopes et al., 2018 (S-3); Pereira et al., 2020 (S-28).
	HQ	1	Fontes et al., 2022 (S-29).
	Quiz	1	Fontes et al., 2022 (S-29).
	Animação 3D	1	Pereira et al., 2020 (S-28).
	Maquete	1	Pereira et al., 2020 (S-28).
	Painel	1	Brandão et al., 2021 (S-52).
	Técnica de tarjetas	1	Souza et al., 2016 (S-45).

Nota: essa tabela distingue três âmbitos: Metodologias de ensino, como abordagens que orientam a concepção da sequência didática; estratégias didáticas, como procedimentos de condução das atividades; e instrumentos didáticos, como artefatos mediadores. Para evitar redundâncias, rótulos semântica e funcionalmente equivalentes foram consolidados. Quando os autores utilizaram apenas “sequência didática” sem enunciar a abordagem, o registro foi mantido como Sequência Didática (não especificada). Quando um estudo empregou mais de uma metodologia, estratégia ou instrumento, todas as ocorrências foram contabilizadas, podendo a soma exceder o total de estudos.

Coleta e análise dos dados dos estudos

A análise das técnicas e procedimentos de coleta e análise de dados empregados nos artigos revisados evidencia um amplo repertório de possibilidades. No conjunto, destacam-se três aspectos fundamentais: a diversidade de instrumentos utilizados; a combinação de procedimentos qualitativos e quantitativos; e a ênfase na compreensão processual das intervenções pedagógicas por meio de registros sistemáticos e reflexivos.

No que tange às técnicas de coleta (Tabela 10), a observação de atividade permite aos pesquisadores acessar nuances do comportamento discente e da interação professor-aluno, capturando, em tempo real, elementos como engajamento cognitivo, participação e dinâmicas de grupo. Essa estratégia é frequentemente enriquecida pela observação participante, em que o pesquisador se insere mais ativamente no contexto, contribuindo para a construção de uma perspectiva ainda mais imersa na realidade investigada.

Outro conjunto significativo de métodos inclui as anotações de campo, diários e cadernos de campo, sobretudo em estudos de caráter interpretativo, que valorizam o olhar reflexivo sobre as práticas pedagógicas e as respostas dos estudantes ao longo das sequências didáticas. Esses registros favorecem a documentação fina de processos, permitindo identificar deslocamentos conceituais e mudanças de participação ao longo do tempo.

Com igual relevância, os questionários evidenciam seu papel de coleta estruturada, combinando itens fechados (medidas quantitativas) com questões abertas (informações

qualitativas). Essa opção favorece a produção de indicadores comparáveis, especialmente quando se pretende caracterizar perfis de professores e alunos, ou confrontar contextos de intervenção. Em seguida, as gravações de áudio e vídeo representam recursos valiosos para a análise posterior de interações discursivas, tomada de decisão dos alunos e uso de argumentação científica. A riqueza desses registros potencializa triangulações metodológicas (combinadas, por exemplo, com diários de campo ou questionários) e permite revisitar o material empírico para aprofundar análises qualitativas.

Entre as técnicas menos recorrentes, mas relevantes, figuram as entrevistas semiestruturadas ou estruturadas, os registros fotográficos, roteiros de atividades e grupos focais. Cada uma atende a objetivos específicos: entrevistas e grupos focais aprofundam a compreensão das concepções e percepções dos alunos e professores; registros fotográficos e roteiros fortalecem a documentação visual e a sistemática do percurso de ensino. Por sua vez, testes e provas são empregados como instrumentos de coleta quando interessa aferir desempenhos em tarefas específicas e os procedimentos estatísticos associados aparecem adiante, no âmbito das técnicas de análise.

No que se refere às técnicas de análise (Tabela 11), prevalecem procedimentos qualitativos nomeados, com destaque para a Análise de Conteúdo aplicada a produções escritas, transcrições de áudio e vídeo, e diários de campo. Em outros estudos, esse enfoque é complementado por técnicas interpretativas específicas, como a Análise Textual Discursiva e a abordagem dialógica bakhtiniana, que aprofunda as dimensões semânticas e interlocutivas dos discursos.

Há, ainda, o emprego de referenciais classificatórios: os Indicadores de Alfabetização Científica (de Sasseron), bem como o Modelo de Toulmin para a análise de elementos da argumentação. No eixo quantitativo, destacam-se a estatística descritiva (percentuais e gráficos) e testes inferenciais (como Wilcoxon), frequentemente articulados a desenhos mistos que permitem cruzar indicadores numéricos com interpretações qualitativas. Em um conjunto menor, surgem Teoria Fundamentada (codificação), Taxonomia de Bloom (revisada) e modelos próprios, quando explicitamente declarados.

Assim, as Tabelas 10 e 11 sintetizam, respectivamente, as técnicas de coleta e as técnicas de análise (como os dados foram tratados) adotadas nas aplicações das sequências didáticas. Os itens referem-se exclusivamente à pesquisa (técnicas de investigação), não às metodologias didáticas internas às sequências.

Uma parcela dos estudos não nomeia explicitamente a técnica de análise: nesses casos, assinalou-se N.R. Essa marcação resulta, em geral, de: menções apenas à abordagem (qualitativa, quantitativa ou mista), sem explicitar o procedimento analítico; uso de terminologia ampla ou ambígua (método, metodologia), que não permite identificar a técnica empregada; ou relatos que privilegiam a descrição da intervenção da sequência didática em detrimento da explicitação do tratamento dos dados. Por rigor, não se inferiu técnica a partir de descrições vagas. Do ponto de vista da síntese, os casos N.R. permanecem visíveis nas tabelas por transparência e para evitar vieses de classificação; ao mesmo tempo, indicam menor reprodutibilidade e comparabilidade do tratamento dos dados.

Em síntese, o caráter interventivo das sequências didáticas examinadas favorece a adoção de procedimentos que aprofundam a análise das interações (via registros audiovisuais e anotações de campo), viabilizam triangulações (combinações de questionários, entrevistas, observação participante e diários) e equilibram a perspectiva processual da alfabetização biológica com a aferição de resultados (instrumentos estruturados e testes com tratamento estatístico).

Essa configuração sustenta a necessidade de estratégias mistas de coleta e análise, capazes de articular compreensão contextualizada da prática pedagógica e sistematização rigorosa de evidências empíricas.

Tabela 10. Técnicas utilizadas na coleta dos dados das SD.

Técnica de coleta	f	Referências
Registros escritos de campo (Anotações, diário e caderno de campo / registros do pesquisador)	24	Anotações, diário e caderno de campo: Alves e Caldeira, 2005 (S-19); Bavaresco e Palcha, 2020 (S-39); Bizotto, 2021 (S-32); Brandão et al., 2021 (S-52); Freire et al., 2021 (S-13); Lima et al., 2021 (S-22); Marchão e Machado, 2018 (S-9); Marques e Xavier, 2019 (S-15); Marques e Xavier, 2020 (S-10); Moresco et al., 2017 (S-27); Nascimento et al., 2017 (S-1); Novo e Cavalcanti, 2022 (S-26); Oliveira e Vasconcelos Filho, 2022 (S-46); Pereira et al., 2020 (S-28); Pezarini e Maciel, 2020 (S-51); Rocha e Butnariu, 2021 (S-53); Rodrigues e Massabni, 2022 (S-33); Santos et al., 2016 (S-47); Silva et al., 2022 (S-30); Vale et al., 2020 (S-42); Registros do pesquisador: Scarpa et al., 2017 (S-38); Silva et al., 2021 (S-11); Silva e Campos, 2018 (S-18); Viecheneski e Carletto, 2013 (S-50).
Questionário	20	Alves e Caldeira, 2005 (S-19); Bavaresco e Palcha, 2020 (S-39); Bizotto, 2021 (S-32); Brandão et al., 2021 (S-52); Fornazari e Obara, 2019 (S-2); Freire et al., 2021 (S-13); Lima et al., 2021 (S-22); Marchão e Machado, 2018 (S-9); Marques e Xavier, 2019 (S-15); Marques e Xavier, 2020 (S-10); Moresco et al., 2017 (S-27); Novo e Cavalcanti, 2022 (S-26); Oliveira e Vasconcelos Filho, 2022 (S-46); Pereira et al., 2020 (S-28); Pezarini e Maciel, 2020 (S-51); Rocha e Butnariu, 2021 (S-53); Rodrigues e Massabni, 2022 (S-33); Santos et al., 2016 (S-47); Silva et al., 2022 (S-30); Vale et al., 2020 (S-42).
Observação (atividade / participante / campo)	18	Observação de atividade: Bizotto, 2021 (S-32); Karasek e Nobre, 2019 (S-36); Lopes et al., 2018 (S-3); Marchão e Machado, 2018 (S-9); Marques e Xavier, 2019 (S-15); Nascimento et al., 2017 (S-1); Rocha e Malheiro, 2020 (S-31); Sinieghi e Barreto, 2021 (S-12); Viecheneski e Carletto, 2013 (S-50). Observação participante: Alves e Caldeira, 2005 (S-19); Ferreira et al., 2012 (S-43); Freire et al., 2021 (S-13); Oliveira e Vasconcelos Filho, 2022 (S-46); Rodrigues e Massabni, 2022 (S-33); Silva e Campos, 2018 (S-18); Sinieghi e Barreto, 2021 (S-12); Souza, 2016 (S-45). Observação de campo: Scarpa et al., 2017 (S-38).
Registros audiovisuais (áudio e vídeo / foto)	14	Áudio e Vídeo: Fontes et al., 2022 (S-29); Fornazari e Obara, 2019 (S-2); Imhof e Schroeder, 2016 (S-40); Lima et al., 2021 (S-22); Oliveira et al., 2021 (S-16); Santana e Sedano, 2021 (S-44); Santos et al., 2016 (S-47); Silva e Campos, 2018 (S-18); Souza, 2016 (S-45); Tognon e Oliveira, 2021 (S-24); Vasconcelos et al., 2022 (S-7); Viecheneski e Carletto, 2013 (S-50); Yamada e Motokane, 2013 (S-14); Foto: Rocha e Malheiro, 2020 (S-31).
Registros / produções dos estudantes	8	Ferreira et al., 2012 (S-43); Imhof e Schroeder, 2016 (S-40); Lorenzon e Herrmann, 2020 (S-35); Martins e Oliveira, 2021 (S-37); Rocha e Malheiro, 2020 (S-31); Silva et al., 2021 (S-11); Silva e Campos, 2018 (S-18); Viecheneski e Carletto, 2013 (S-50).
Teste / Prova	3	Perez et al., 2015 (S-23); Tognon e Oliveira, 2021 (S-24); Viecheneski e Carletto, 2013 (S-50).
Entrevista	2	Fabício et al., 2020 (S-21); Lopes et al., 2018 (S-3).
Grupo focal	1	Pezarini e Maciel, 2020 (S-51).

Técnica de coleta	f	Referências
Protocolo / Roteiro de atividades	1	Bavaresco e Palcha, 2020 (S-39).
Medições / Coleta de dados diretos	1	Scarpa et al., 2017 (S-38).

Nota: nessa tabela, foram agrupadas exclusivamente as técnicas de coleta adotadas pelos pesquisadores (perspectiva da pesquisa), distinguindo-as de metodologias ou estratégias de ensino usadas dentro das sequências didáticas. Para eliminar redundâncias, consolidaram-se rótulos semântica e funcionalmente equivalentes: Registros escritos de campo agregam anotações, diário, caderno e registros do pesquisador; Observação reúne observação de atividade, observação participante e observação de campo; Registros audiovisuais integra gravações de áudio, vídeo e registros fotográficos; Registros e produções dos estudantes permanecem separados por se tratarem de artefatos dos alunos recolhidos como dados. Termos de nível superior, como “método”, “metodologia”, “pesquisa-ação”, não foram contabilizados como técnica de coleta. As referências foram padronizadas com o ID.

Tabela 11. Técnicas utilizadas na análise dos dados das SD.

Técnica de análise	f	Referências
N.R.	18	Nascimento et al., 2017 (S-1); Lopes et al., 2018 (S-3); Damiano e Rezende, 2021 (S-6); Xavier e Rodrigues, 2021 (S-8); Marchão e Machado, 2018 (S-9); Almeida et al., 2022 (S-17); Aragão et al., 2019 (S-25); Novo e Cavalcanti, 2022 (S-26); Pereira et al., 2020 (S-28); Silva et al., 2022 (S-30); Rodrigues e Massabni, 2022 (S-33); Lorenzon e Herrmann, 2020 (S-35); Imhof e Schroeder, 2016 (S-40); Mendes et al., 2022 (S-41); Vale et al., 2020 (S-42); Ferreira et al., 2012 (S-43); Araujo et al., 2021 (S-48); Viecheneski e Carletto, 2013 (S-50).
Análise de Conteúdo	9	Fornazari e Obara, 2019 (S-2); Bender et al., 2020 (S-4); Marques e Xavier, 2020 (S-10); Marques e Xavier, 2019 (S-15); Moresco et al., 2017 (S-27); Rocha e Malheiro, 2020 (S-31); Karasek e Nobre, 2019 (S-36); Santos et al., 2016 (S-47); Pezarini e Maciel, 2020 (S-51).
Indicadores de AC (Sasseron & Carvalho)	8	Oliveira et al., 2021 (S-16); Silva e Campos, 2018 (S-18); Fabrício et al., 2020 (S-21); Perez et al., 2015 (S-23); Tognon e Oliveira, 2021 (S-24); Martins e Oliveira, 2021 (S-37); Scarpa et al., 2017 (S-38); Bavaresco e Palcha, 2020 (S-39).
Categorização por critérios (ad hoc)	6	Vasconcelos et al., 2022 (S-7); Silva et al., 2021 (S-11); Yamada e Motokane, 2013 (S-14); Bizotto, 2021 (S-32); Sessa e Trivelato, 2017 (S-34); Oliveira e Vasconcelos Filho, 2022 (S-46).
Comparação pré-pós (descrição)	5	Alves e Caldeira, 2005 (S-19); Perez et al., 2015 (S-23); Tognon e Oliveira, 2021 (S-24); Santos et al., 2016 (S-47); Nascimento et al., 2022 (S-49).
Análise Textual Discursiva	3	Costa e Lorenzetti, 2020 (S-5); Fabrício et al., 2020 (S-21); Souza et al., 2016 (S-45).
Estatística descritiva (percentuais/gráficos)	3	Freire et al., 2021 (S-13); Fontes et al., 2022 (S-29); Rocha e Butnariu, 2021 (S-53).
Análise dialógica (Bakhtin)	2	Yamada e Motokane, 2013 (S-14); Santana e Sedano, 2021 (S-44).
Modelo de Toulmin (argumentação)	2	Lima et al., 2021 (S-22); Pezarini e Maciel, 2020 (S-51).
Análise do Discurso	1	Bavaresco e Palcha, 2020 (S-39).
Classificação pela Taxonomia de Bloom (revisada).	1	Anjos et al., 2021 (S-20).
Teoria Fundamentada (codificação)	1	Sinieghi e Barreto, 2021 (S-12).
Teste de Wilcoxon	1	Brandão et al., 2021 (S-52).

Nota: essa tabela registra técnicas de análise (procedimentos operacionais aplicados ao corpus) e não confunde abordagem analítica (qualitativa, quantitativa ou mista) com técnica. Assim, quando nomeadas, foram reportadas técnicas como Análise de Conteúdo (Bardin), Análise Textual Discursiva, Análise do Discurso (francesa ou bakhtiniana, quando explicitado),

Modelo de Toulmin (classificação de elementos argumentativos), Indicadores de Alfabetização Científica (Sasseron & Carvalho), classificações por rubricas ou modelos (incluindo a Taxonomia de Bloom revisada), estatística descritiva (percentuais e gráficos), testes inferenciais (Wilcoxon), Teoria Fundamentada (codificação) e modelos próprios quando declarados; casos sem técnica nomeada foram marcados como N.R. A abordagem (quando informada) não foi contada como técnica. Esta distinção separa o nível epistemológico (método e abordagem) do nível técnico-operacional (técnica de análise), reduzindo ambiguidades terminológicas e evitando duplicações entre o que é procedimento analítico e o que pertence ao desenho pedagógico das sequências didáticas. As referências foram padronizadas com o ID.

Limitações

Uma limitação assumida desta revisão diz respeito à profundidade da mobilização do modelo teórico multidimensional na leitura dos achados. Embora o modelo oriente a definição conceitual do objeto (Introdução), sua aplicação como grade de codificação sistemática de cada categoria operacional (por dimensão, domínio e nível) não foi realizada nesta etapa, por exigir protocolo de codificação dedicado (categorias operacionalizadas, codificação verificada entre pesquisadores), incompatível com a natureza de mapeamento de uma revisão de escopo (Arksey & O'Malley, 2005; Peters et al., 2020). Revisões de escopo cumprem, entre outras funções, a de identificar lacunas e delinear agendas de pesquisa (Tricco et al., 2016; Munn et al., 2018); recomenda-se, assim, que uma codificação sistemática do corpus à luz do modelo, com protocolo e verificação próprios, constitua agenda prioritária para investigações futuras, complementar à leitura já realizada, sob outro recorte metodológico, pela revisão sistemática (Angelo et al., 2026).

O mapeamento contemplou apenas artigos revisados por pares, publicados em periódicos, em língua portuguesa, no período de 2000 a 2022, produzidos no contexto brasileiro. Essa opção exclui dissertações, teses, capítulos de livros, relatos técnicos e outras formas de literatura cinzenta, bem como estudos de pesquisadores brasileiros veiculados em outros idiomas, o que pode subestimar a amplitude das iniciativas em Alfabetização Biológica em sequências didáticas.

Além disso, a estratégia de busca, centrada em descritores que articulam Alfabetização Biológica ou Alfabetização/Letramento Científico e Biologia, tende a privilegiar pesquisas que explicitam essa terminologia, deixando à margem intervenções potencialmente relevantes que mobilizam concepções próximas, mas não nomeiam o constructo com esses termos.

Conclusões

Esta revisão de escopo mapeou e descreveu a produção acadêmica brasileira em Língua Portuguesa, entre 2000 e 2022, que articula Alfabetização Biológica (e termos correlatos) em sequências didáticas no ensino de Biologia na Educação Básica. Os resultados indicam um campo em consolidação, com crescimento progressivo do número de publicações ao longo do período, forte concentração em determinados polos universitários e prevalência de investigações no Ensino Fundamental - Anos Finais e no Ensino Médio. O *corpus* evidencia que a Alfabetização Científica tem funcionado como guarda-chuva conceitual mais amplo, enquanto a Alfabetização Biológica aparece de modo mais recente e frequentemente

articulada a temas específicos de Biologia e a abordagens investigativas em sequências didáticas.

No plano teórico-metodológico, o mapeamento mostra um uso diversificado de referenciais, estratégias e técnicas de pesquisa. As sequências didáticas analisadas mobilizam, com maior frequência, o Ensino por Investigação, abordagens como da Educação CTSA e educação baseada em projetos, articuladas a temas de Biologia relacionados aos fundamentos da Biologia e Meio Ambiente e Sustentabilidade. Do ponto de vista da pesquisa sobre ensino, há predominância de delineamentos interventivos com coletas em sala de aula, uso combinado de instrumentos (questionários, produções escritas, registros de fala, observações) e análises qualitativas ou mistas. Ao mesmo tempo, observam-se heterogeneidades terminológicas (Alfabetização Biológica, Alfabetização/Letramento Científico) e modos variados de operacionalizar o constructo, o que reforça a necessidade de maior explicitação conceitual e alinhamento com modelos recentes de Alfabetização Biológica.

As lacunas identificadas têm implicações diretas para a agenda de pesquisa. A baixa incidência de estudos na Educação Infantil, nos anos iniciais do Ensino Fundamental e em modalidades como a Educação de Jovens e Adultos (EJA), bem como a concentração regional da produção, sugere a urgência de investigações que considerem outros segmentos, territórios e realidades escolares. Também se evidenciam oportunidades para estudos que explicitem com maior rigor como a Alfabetização Biológica é definida, dimensionada e avaliada em sequências didáticas, incluindo a construção de instrumentos validados e análises mais sistemáticas de suas dimensões, como a codificação sistemática do corpus à luz do modelo de Alfabetização Biológica (domínios, dimensões e níveis), com protocolo e verificação entre codificadores, agenda que se soma à revisão sistemática complementar (Angelo et al., 2026). Em particular, os resultados deste mapeamento apontam caminhos para revisões sistemáticas mais focadas, bem como para investigações empíricas que aprofundem a relação entre sequências didáticas e desenvolvimento da Alfabetização Biológica em contextos diversos.

Por fim, ao seguir as diretrizes do PRISMA-ScR, esta revisão de escopo não pretende avaliar a qualidade ou a efetividade das intervenções, mas oferecer um panorama organizado da produção e das tendências do campo. Nesse sentido, o estudo contribui ao tornar mais visíveis as convergências e dispersões conceituais, os recortes privilegiados e os vazios ainda pouco explorados, fornecendo uma base empírica para o planejamento de pesquisas futuras e para o desenho de sequências didáticas em Biologia que dialoguem de modo mais explícito com modelos contemporâneos de Alfabetização Biológica e com as demandas formativas da Educação Básica brasileira.

Agradecimentos

Os autores agradecem à equipe do Setor de Periódicos, vinculado à Divisão de Apoio ao Leitor (DIALE) da Biblioteca Central (BICEN/UFS), pelo apoio na recuperação de literatura especializada, inclusive por meio da Rede COMUT (Comutação Bibliográfica), essencial à fundamentação deste artigo.

Referências

- Almeida, S. L. S. S. de, Araújo, M. F. F. de, & Silva, N. C. da. (2022). Aprender Ciências por meio de textos de divulgação científica: Estratégias contributivas para professores em formação sobre a construção de conceitos ambientais. *Educação & Formação*, 7, e8944.
<https://doi.org/10.25053/redufor.v7.e8944>
- Alves, S. B. F., & Caldeira, A. M. A. (2005). Biologia e ética: Um estudo sobre a compreensão e atitudes de alunos do ensino médio frente ao tema genoma/DNA. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 7(1), 12–23. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/10004>
- American Association for the Advancement of Science. (2011). *Vision and change in undergraduate biology education: A call to action* (C. A. Brewer & D. Smith, Eds.).
<https://nabt.org/files/galleries/Vision-and-Change-Final-Report.pdf>
- Angelo, J. A. C., & Silva, A. da C. T. e. (2023). Alfabetização biológica. In *Anais do XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Realize Editora.
<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/93320>
- Angelo, J. A. C., Silva, A. da C. T. e, & Motokane, M. T. (2025). Alfabetização Biológica: uma proposta de modelo com base em níveis e dimensões. *Investigações Em Ensino De Ciências*, 30(3), 01–31.
<https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci/2025v30n3p01>
- Angelo, J. A. C., Silva, A. da C. T. e, & Motokane, M. T. (2026). O conceito de Alfabetização Biológica e sua abordagem em sequências didáticas: revisão sistemática de literatura das publicações brasileiras em Língua Portuguesa (2000-2022). *Investigações Em Ensino De Ciências*, 31(1), 397–432.
<https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci/2026v31n1p397>
- Anjos, J. A. L. dos, Silva, J. M. da, & Anjos, M. M. R. dos. (2021). Contribuições de uma proposta didática na perspectiva da educação científica baseada em projeto, a partir da temática da hipertensão arterial. *Experiências em Ensino de Ciências*, 16(2), 52–75.
<https://if.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/914>
- Aragão, A. A. da S., Silva, J. J. J. da, & Mendes, M. de S. (2019). Ensino de ciências por investigação: O aluno como protagonista do conhecimento. *Revista Vivências em Ensino de Ciências*, 4(3), 75–84.
<https://periodicos.ufpe.br/revistas/vivencias/issue/viewFile/2877/225#page=75>
- Araujo, G. M., Baptista, G. C. S., & Cunha, C. (2021). Sequência didática e comunidades tradicionais: Análise do letramento científico crítico. *ODEERE*, 6(2), 116–133.
<https://doi.org/10.22481/odeere.v6i01.9790>
- Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19–32.
<https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
- Bavaresco, J., & Palcha, L. S. (2020). O sistema sensorial em aulas de Ciências por investigação: Efeitos de sentido em análise. *Revista Contexto & Educação*, 35(110), 274–292.
<https://doi.org/10.21527/2179-1309.2020.110.274-292>
- Bender, D. D. B. B., Joras, L. E., Candito, V., & Scheteinger, M. R. C. (2020). A origem da vida através da experimentação como instrumento didático no ensino de ciências. *Experiências em Ensino de Ciências*, 15(3), 503–516. <https://if.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/803>
- Biological Sciences Curriculum Study. (1993). *Developing biological literacy: A guide to developing secondary and post-secondary biology curricula*. Kendall Hunt Publishing.
- Bizotto, F. M. (2021). Florescer científico: Relato de experiência de uma prática investigativa para estudo do crescimento vegetal na Educação de Jovens e Adultos (EJA). *Experiências em Ensino de Ciências*, 16(2), 584–599. <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/942>
- Brandão, A. C. L., Fernandes, S. D. da C., & Delgado, M. N. (2021). Uso de métodos de ensino investigativo na abordagem da fotossíntese no ensino médio. *Revista Eixo*, 10(2), 37–47.
<https://doi.org/10.19123/eixo.v10i2.863>

- Burggren, W., Chapman, K., Keller, B. B., Monticino, M., & Torday, J. S. (2017). Interdisciplinarity in the biological sciences. In R. Frodeman, J. T. Klein, & R. C. S. Pacheco (Eds.), *The Oxford handbook of interdisciplinarity* (2 ed., p. 101–113). Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198733522.013.9>
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Heinemann.
- Chassot, A. (2003). Alfabetização científica: Uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, 23(22), 89–100. <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>
- Costa, E. M., & Lorenzetti, L. (2020). A promoção da alfabetização científica nos anos finais do ensino fundamental por meio de uma sequência didática sobre crustáceos. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 3(1), 11–47. <https://doi.org/10.5335/rbecm.v3i1.10006>
- Dale, A., & Newman, L. (2005). Sustainable development, education and literacy. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 6(4), 351–362. <https://doi.org/10.1108/14676370510623847>
- Damiano, M., & Rezende, M. O. de O. (2021). A transversalidade das ciências ambientais na alfabetização científica: O aluno como protagonista na construção do conhecimento. *Brazilian Journal of Development*, 7(6), 57302–57313. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-231>
- Elo, S., & Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, 62(1), 107–115. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x>
- Fabício, L., Lorenzetti, L., & Martins, A. A. (2020). Contribuições de uma sequência didática para a promoção da alfabetização científica nos anos iniciais. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 8(3), 296–312. <https://doi.org/10.26571/reamec.v8i3.10239>
- Ferreira, S. B. da C., Messeder, J. C., & Maia, E. D. (2012). Percepção da realidade socioambiental do município de Itaboraí: Promovendo uma abordagem CTS. *Ensino, Saúde e Ambiente*, 5(2), 149–159. <https://doi.org/10.22409/resa2012.v5i2.a21078>
- Fontes, L. S., Lima, M. F., & Sobral, A. da C. S. (2022). Estudo sobre o uso de metodologia ativa no Ensino de Biologia, um estudo de caso sobre a temática Evolução. *Educação, Ciência e Saúde*, 8(2), 183–200. <https://doi.org/10.20438/ecs.v8i2.402>
- Fornazari, V. B. R., & Obara, A. T. (2019). A formação inicial de professores de Ciências para a promoção da alfabetização em nutrição no Ensino Fundamental II: Possibilidades e limites. *Ensino, Saúde e Ambiente*, 12(2), 156–185. <https://doi.org/10.22409/resa2019.v12i2.a21614>
- Freire, G. da S., Bandeira, R. P. C., & Araujo, Y. L. F. M. de. (2021). Alfabetização científica para o Ensino de Botânica através da criação de um mini-herbário. *HOLOS*, 8, 1–16. <https://doi.org/10.15628/holos.2021.5641>
- Gardner, G. E., Bonner, J., Landin, J., Ferzli, M., & Shea, D. (2016). Nonmajors' shifts in attitudes & perceptions of biology & biologists following an active-learning course: An exploratory study. *The American Biology Teacher*, 78(1), 43–48. <https://doi.org/10.1525/abt.2016.78.1.43>
- Imhof, A. M. Q., & Schroeder, E. (2016). O tema Sexualidade Humana no ensino médio: As Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade como metodologia em aulas de biologia. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 9(1), 277–300. <https://doi.org/10.3895/rbect.v9n1.2054>
- Karasek, J., & Nobre, S. B. (2019). O ensino da biologia celular na perspectiva da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). *Revista Pesquisa em Foco*, 24(2), 15–24. <https://doi.org/10.18817/pef.v24i2.2112>
- Kloser, M. (2012). A place for the nature of biology in biology education. *Electronic Journal of Science Education*, 16(1), 1–18. <https://ejrsme.icrsme.com/article/view/10994>
- Krasilchik, M. (2019). *Prática de ensino de biologia* (4a ed.). EDUSP.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71–94. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C)
- Lederman, N. G. (2018). Nature of scientific knowledge and scientific inquiry in biology teaching. In K. Kampourakis & M. J. Reiss (Eds.), *Teaching biology in schools: Global research, issues, and trends* (p. 216–235). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315110158-18>

- Lima, G. P., Silva, A. da C. T. e, & Souza, D. do N. (2021). Controvérsias sobre vacinas: O que pensam os estudantes? *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 4(2).
<https://doi.org/10.5335/rbecm.v4i2.11487>
- Lima, S. M. (2020). A perspectiva metodológica da resolução de problemas. In S. M. Lima (Ed.), *Práticas pedagógicas de professores no ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental e a resolução de problemas* (p. 53–104). Oficina Universitária. <https://doi.org/10.36311/2020.978-65-5954-011-2>
- Lopes, T. G. G., Presuto, G. M., Polizel, R. F. L., & Marques, R. N. (2018). A observação de joaninhas [*Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), Coleoptera, Coccinellidae] como ferramenta de alfabetização científica em uma Escola de Educação Infantil. *Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio*, 11(2), 20–33. <https://doi.org/10.46667/renbio.v11i2.132>
- Lorenzon, M., & Herrmann, S. (2020). Investigar na educação básica: Caminhos para o desenvolvimento da alfabetização científica. *Revista Signos*, 41(1), 18–36. <https://doi.org/10.22410/issn.1983-0378.v41i1a2020.2542>
- Marchão, M. da S. G., & Machado, P. F. L. (2018). Alfabetização científica na horta: Investigando a nutrição vegetal e o fluxo da energia solar com alunos do ensino médio. *Indagatio Didactica*, 10(2), 133–150. <https://doi.org/10.34624/id.v10i2.11315>
- Marques, R., & Xavier, C. R. (2019). Análise da alfabetização científica de estudantes numa sequência didática de educação ambiental no ensino de ciências. *Brazilian Journal of Development*, 5(4), 2595–2612. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n4-1339>
- Marques, R., & Xavier, C. R. (2020). Alfabetização científica no ensino de ciências: Numa sequência didática sobre a pegada ecológica do lixo. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 11(2), 84–106. <https://doi.org/10.26843/rencima.v11i2.2504>
- Martins, D. C., & Oliveira, S. G. T. de. (2021). O ensino de ciências por investigação como estratégia para a promoção da alfabetização científica acerca da fermentação alcoólica. *Experiências em Ensino de Ciências*, 16(1), 427–438. <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/811>
- Mayr, E. (1996). The autonomy of biology: The position of biology among the sciences. *The Quarterly Review of Biology*, 71(1), 97–106. <https://doi.org/10.2307/3037832>
- Mayr, E. (2005). *Biologia, ciência única*. Companhia das Letras.
- Mendes, A. C. de O., Silva, A. P. da, Barbosa, L. M. V., & Oliveira, M. de F. A. de. (2022). OLATCG: Ferramenta de bioinformática para o Ensino de Genética no ensino médio. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 10(3), 1–22. <https://doi.org/10.26571/reamec.v10i3.13954>
- Moresco, T. R., Barbosa, N. V., & Rocha, J. B. T. da. (2017). Ensino de microbiologia e a experimentação no ensino fundamental. *Revista Contexto & Educação*, 32(103), 165–190. <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2017.103.165-190>
- Munn, Z., Peters, M. D. J., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A., & Aromataris, E. (2018). Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Medical Research Methodology*, 18(1), 143. <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0611-x>
- Nascimento, A. P., Cegolin, B. M., Santos, C. L. dos, & Ghilardi-Lopes, N. P. (2017). A construção de uma sequência didática investigativa com o tema ‘saúde’: Um relato do PIBID-Biologia da UFABC. *Crítica Educativa*, 3(2), 727. <https://doi.org/10.22476/revcted.v3i2.118>
- Nascimento, T. dos S., Veras, K. M., & Farias, I. M. S. de. (2022). Sequência didática investigativa para o ensino de ciências no pós-pandemia. *Revista Epistemologia e Práxis Educativa-EPEduc*, 5(3), 1–16. <https://doi.org/10.26694/epeduc.v5i3.3735>
- Novo, J. M. M., & Cavalcanti, D. P. (2022). Ensino de microbiologia com materiais de baixo custo e fácil acesso: Uma sequência didática voltada a alunos do ensino médio. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 13(2), 1–25. <https://doi.org/10.26843/rencima.v13n2a03>

- Oliveira, D. R. F. de, & Vasconcelos Filho, S. D. de. (2022). Projetos didáticos em um cenário pandêmico: Análise de hemogramas para a aprendizagem de conteúdos de biologia e saúde. *Revista Prática Docente*, 7(3), e22076. <https://doi.org/10.23926/RPD.2022.v7.n3.e22076.id1603>
- Oliveira, E. (2020). Outubro Rosa e ensino de ciências na educação do campo. *Revista Insignare Scientia - RIS*, 3(4), 460–476. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2020v3i4.11833>
- Oliveira, T. L. S. de, Freire, C. C., Pereira, M., & Motokane, M. T. (2021). Análise dos propósitos e ações epistemológicas do professor durante a realização de uma atividade investigativa sobre seres vivos. *Experiências em Ensino de Ciências*, 6(1), 643–655. <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/827>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Pereira, S. de S., Cunha, J. S. da, & Lima, E. M. de. (2020). Estratégias didático-pedagógicas para o ensino-aprendizagem de genética. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(1), 41–59. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020V25N1P41>
- Perez, C. P., Andrade, L. C. de, & Rodrigues, M. F. (2015). Desvendando as geociências: Alfabetização científica em oficinas didáticas para o ensino fundamental em Porto Velho, Rondônia. *Terrae Didactica*, 11(1), 42–51. <https://doi.org/10.20396/td.v11i1.8637309>
- Peters, M. D. J., Marnie, C., Tricco, A. C., Pollock, D., Munn, Z., Alexander, L., McInerney, P., Godfrey, C. M., & Khalil, H. (2020). Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JBIM Evidence Synthesis*, 18(10), 2119–2126. <https://doi.org/10.11124/JBIES-20-00167>
- Pezarini, A. R., & Maciel, M. D. (2020). Um modelo didático misto para a argumentação no ensino de ciências e biologia: Para além das tendenciosidades. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 8(3), 342–361. <https://doi.org/10.26571/reamec.v8i3.10800>
- Reiss, M. (2008). The use of ethical frameworks by students following a new science course for 16-18 year-olds. *Science & Education*, 17(8-9), 889–902. <https://doi.org/10.1007/s11191-006-9070-6>
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. A. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (p. 729–780). Routledge.
- Rocha, C. J. T. da, & Malheiro, J. M. da S. (2020). Experimentação investigativa e interdisciplinaridade como promotora da escrita e desenho no ensino de ciências. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 11(6), 409–426. <https://doi.org/10.26843/rencima.v11i6.1950>
- Rocha, E. G., & Butnariu, A. R. (2021). Vilões ou mocinhos? Sequência didática como mecanismo facilitador da aprendizagem sobre os artrópodes no ensino de biologia. *Revista Docentes*, 6(14), 31–41. <https://periodicos.seduc.ce.gov.br/revistadocentes/article/view/315>
- Rodrigues, R. M., & Massabni, V. G. (2022). Frankenstein: Leituras de ficção científica em aulas de biologia. *Experiências em Ensino de Ciências*, 17(3), 318–335. <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/1083>
- Santana, U. dos S., & Sedano, L. (2021). Práticas epistêmicas no ensino de ciências por investigação: Contribuições necessárias para a alfabetização científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 26(2), 378–397. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2021v26n2p378>
- Santos, J. C., Conrado, D. M., & Nunes-Neto, N. F. (2016). Questões sociocientíficas no ensino fundamental de ciências: Uma experiência com poluição de águas. *Indagatio Didactica*, 8(1), 1051–1067. <https://doi.org/10.34624/id.v8i1.3657>
- Santos, L. D. dos, Angelo, J. A. C., & Silva, J. Q. (2020). Letramento científico na perspectiva biológica: Um estudo sobre práticas docentes e educação cidadã. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 474–496. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen19/REEC_19_2_11_ex1707_341F.pdf
- Sasseron, L. H. (2008). *Alfabetização científica no ensino fundamental: Estrutura e indicadores deste processo em sala de aula* [Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP. <https://repositorio.usp.br/item/002263232>

- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. de. (2008). Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(3), 333–352. <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/445/>
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. de. (2011). Alfabetização científica: Uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 59–77. <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246>
- Scarpa, D. L., Sasseron, L. H., & Silva, M. B. e. (2017). O ensino por investigação e a argumentação em aulas de ciências naturais. *Tópicos Educacionais*, 23(1), 7–27. <https://doi.org/10.51359/2448-0215.2017.230486>
- Semilarski, H. (2022). *An assessment of biology learning and an evaluation of biology self-perceptions by upper secondary school students related to biological literacy* [Tese (Doutorado), Universidade de Tartu].
- Semilarski, H., & Laius, A. (2021). Exploring biological literacy: A systematic literature review of biological literacy. *European Journal of Educational Research*, 10(3), 1181–1197. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.3.1181>
- Sessa, P., & Trivelato, S. L. F. (2017). Interações dialógicas no ensino de biologia: Modos semióticos e o processo de construção de significados nas atividades de campo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 173–195. https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_2_1_ex1031.pdf
- Silva, A. C. A., Ferreira, L. de A., Sousa, P. S. de A., & Alvarenga, E. M. (2022). Experimentação investigativa como prática de ensino em aulas de biologia no ensino médio integrado. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, 12(1), 1–17. <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/recm/article/view/6187>
- Silva, D. E. L., Reis Junior, N. J. da S., Rêgo, J. R. S. do, & Cruz Junior, F. M. da. (2021). Alfabetização científica nos anos finais do ensino fundamental: Fermentação do leite como meio de ensino em ciências. *Scientia Naturalis*, 3(5), 2186. <https://doi.org/10.29327/269504.3.5-14>
- Silva, M. B. e, & Sasseron, L. H. (2021). Alfabetização científica e domínios do conhecimento científico: Proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 23. <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230129>
- Silva, M. S. da, & Campos, C. R. P. (2018). Aulas de campo para a alfabetização científica: Uma intervenção pedagógica no Parque Estadual da Fonte Grande (Vitória/ES). *Imagens da Educação*, 8(2), e41740. <https://doi.org/10.4025/imagenseduc.v8i2.41740>
- Silva, V. R. da, & Lorenzetti, L. (2020). A alfabetização científica nos anos iniciais: Os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática. *Educação e Pesquisa*, 46(e222995), 1–21. <https://doi.org/10.1590/s1678-4634202046222995>
- Sinioghi, A. L. M. L., & Barreto, M. A. M. (2021). Alfabetização científica para crianças da educação infantil: Reflexões sobre uma prática pedagógica. *ACTIO: Docência em Ciências*, 6(2), 1–18. <https://doi.org/10.3895/actio.v6n2.13253>
- Souza, T. T. de, Marchi, M. I., & Strohschoen, A. A. G. (2016). Professores de biologia e a busca por práticas pedagógicas voltadas ao letramento científico: Uso de texto de divulgação científica. *Caderno Pedagógico*, 13(1), 24–40. <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/1317>
- Tognon, M. E., & Oliveira, P. C. de. (2021). Ensino de botânica por investigação: Promovendo a alfabetização científica no ensino médio. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 9(1), 1–23. <https://doi.org/10.26571/reamec.v9i1.11276>
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Kastner, M., Levac, D., Ng, C., Sharpe, J. P., Wilson, K., Kenny, M., Warren, R., Wilson, C., Stelfox, H. T., & Straus, S. E. (2016). A scoping review on the conduct and reporting of scoping reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 16(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s12874-016-0116-4>
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., ... Straus, S. E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews

- (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467–473.
<https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- Uno, G. E., & Bybee, R. W. (1994). Understanding the dimensions of biological literacy. *BioScience*, 44(8), 553–557. <https://doi.org/10.2307/1312283>
- Vale, R. F., Coelho, G. T. da C. P., & Venuto, M. L. (2020). Os (multi) letramentos e a interdisciplinaridade no ensino de microbiologia. *Revista Insignare Scientia - RIS*, 3(5), 456–469.
<https://doi.org/10.36661/2595-4520.2020v3i5.11904>
- Vasconcelos, E. S., Guimaraes Junior, J. C., Santos, M. A. dos, Braga, F. C., Alencar, K. R. A. de, Santos, J. D. F. dos, Oliveira, H. de, Silva, S. L. C. e, & Vieira, F. B. (2022). Alfabetização científica a partir da teoria de formação por etapas das ações mentais de Galperin em atividades de situações problema do tema seres vivos em uma turma do 2º ano do ensino fundamental. *Research, Society and Development*, 11(9), 1–14. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i9.31645>
- Viecheneski, J. P., & Carletto, M. R. (2013). Sequência didática para o ensino de ciências nos anos iniciais: Subsídios para iniciação à alfabetização científica. *Revista Dynamis*, 19(1), 3–16.
<https://doi.org/10.7867/1982-4866.2013v19n1p3-16>
- Xavier, M. F., & Rodrigues, P. A. A. (2021). Alfabetização científica e inclusão educacional: Ensino de ciências para alunos com Transtorno do Espectro Autista. *Cadernos do Aplicação*, 34(2), 211–220.
<https://doi.org/10.22456/2595-4377.114051>
- Yamada, M., & Motokane, M. T. (2013). Alfabetização científica: Apropriações discursivas no desenvolvimento da escrita de alunos em aula de ecologia. *Revista Praxis*, 5(10), 29–40.
<https://doi.org/10.25119/praxis-5-10-581>
- Zabala, A. (2014). *A prática educativa: Como ensinar*. Penso.