

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS A. C. SIMÕES  
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL – PROFQUI

CARLA JULIANA SILVA SOARES

**NANOTECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE PARA A PROMOÇÃO DE  
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA PARA SOCIEDADE**

Maceió

2023

CARLA JULIANA SILVA SOARES

**NANOTECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE PARA A PROMOÇÃO DE  
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA PARA SOCIEDADE**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Profa. Dra. Monique Gabriella Angelo da Silva

Maceió

2023

**Catlogação na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 - 1767

S676n Soares, Carla Juliana Silva.  
Nanotecnologia e meio ambiente para a promoção de alfabetização científica para sociedade / Carla Juliana Silva Soares. – 2023.  
96 f. : il. color.

Orientadora: Monique Gabriella Angelo da Silva.  
Dissertação (Mestrado em Química) Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Química e Biotecnologia. Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional. Maceió, 2023.  
Inclui produto educacional.

Bibliografia: f. 89-95.  
Apêndices: f. 96.

1. Educação básica. 2. Química - Estudo e ensino. 3. Produto educacional. 4. Livro didático. I. Título.

CDU: 54

*“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos  
não é senão uma gota de água no mar. Mas o  
mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.*

*— Madre Teresa de Calcutá*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, expresso minha gratidão a Deus, pois foi Ele quem me sustentou e me trouxe até aqui, sabendo quem eu sou e quem eu falho em ser. Agradeço pelo dom da vida, pela vida da minha família e dos meus amigos. Sua palavra é meu escudo e nela permanecerei.

Agradeço imensamente aos meus pais, Josefa e Carlos, por todo amor, carinho, dedicação dentro de todas as circunstâncias que sofreram e se abdicaram para que eu pudesse ter a melhor condição de vida e desenvolvimento que me permitiram me tornar a pessoa que sou hoje. Sou grata pelo amor incondicional e por serem a fonte de força que me motiva a seguir em frente a cada dia.

Ao meu irmão Matheus Soares, pelos momentos de apoio, descontração e risadas.

Ao meu querido avô Otávio (*in memoriam*), que muitas vezes foi o motivo de pausa na escrita desta dissertação. Vô, eu pausaria mil vezes só para vê-lo feliz andando de carro comigo! Eu te amo e sinto muitas saudades.

À minha querida amiga e orientadora, a professora Dra. Monique Angelo, por nunca ter desistido de mim e por ser uma pessoa extraordinária que esteve em muitos momentos ao meu lado nesta jornada chamada vida e assim será, se Deus permitir. Este trabalho não teria sido possível sem você, Mona! Sua amizade é o presente mais valioso que a universidade me proporcionou, e vai além de qualquer diploma ou título. No futuro, espero que sinta orgulho ao pensar que sou uma das sementes que você ajudou a cultivar. Suas orientações e apoio foram fundamentais para o meu crescimento e desenvolvimento. Eu sou sua fã número um!

Ao meu amado e querido Grupo de Pesquisa em Ensino e Extensão em Química - QuiCiência, por me fazer entender, em 2017, que meu propósito é a área de ensino de Química. Minha paixão e o motivo pelo qual continuo tentando é porque acredito na Educação. Minha formação e momentos de felicidade foram compartilhados naquela sala de 14 metros quadrados, e eu não trocaria isso por absolutamente nada.

Agradeço imensamente à Vitória Cristina pela valiosa amizade que construímos ao longo deste caminho. Muito obrigada pela troca de experiências, pelo apoio constante, pelas inúmeras e quase infinitas mensagens compartilhando nossas angústias e celebrando nossas conquistas. Obrigada por tudo, Vi!

Agradeço ao Richard por ser um amigo incrível e por tornar as terças-feiras tão especiais. Sua presença e nossos almoços juntos sempre foram momentos de felicidade. Nunca me senti triste nas terças-feiras, e o Richard tem total participação nisso.

Ao meu IC, Diogo Ramos pela dedicação ao projeto PIBIC e por compartilharmos momentos preciosos de pesquisa e amizade.

Agradeço à minha grande amiga Lisa, minha companheira diária de WhatsApp. Sua amizade e vida são preciosas para mim, mesmo fisicamente longe.

Aos professores do PROFQUI, que sempre proporcionaram um ensino de qualidade, sou muito grata, especialmente à Profa. Mônica, Edma, Valéria e ao professor Ivanderson. Obrigada por fazerem a diferença. Aos meus colegas Helder, Alex e Paulo, por tornarem os debates e trocas de experiências durante as aulas instigante e respeitosa.

Agradeço à banca por ter aceitado o convite e por me conceder a oportunidade de continuar aprendendo. Suas contribuições e avaliações foram fundamentais para o enriquecimento deste trabalho.

À Universidade Federal de Alagoas (UFAL), por possibilitar uma formação de qualidade.

Agradeço também a todas as outras pessoas, sejam elas próximas ou distantes, que torceram e contribuíram para a elaboração deste trabalho e que, porventura, eu tenha esquecido de mencionar. Seu apoio e incentivo foram igualmente importantes.

A GENTE ESTUDA,  
ESTUDA, ESTUDA...



...E APRENDE A  
DAR RESPOSTAS!



QUANDO VAMOS  
APRENDER A FAZER  
AS PERGUNTAS?



## RESUMO

Os temas transversais na educação têm como objetivo central a compreensão e construção da realidade social, abordando os direitos e responsabilidades associados à vida individual e coletiva. Nesse contexto, a alfabetização científica emerge como um caminho fundamental para a compreensão e construção dessa realidade, tendo como base a química, uma ciência central. A pesquisa realizada teve como principal objetivo investigar as potencialidades e limitações das temáticas Nanotecnologia e Meio Ambiente, à luz dos Indicadores de Alfabetização Científica (IAC) presentes nos livros didáticos da coleção "Química Ser Protagonista" (QSP), utilizados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) entre os anos de 2012 a 2021. O percurso metodológico incluiu uma revisão abrangente do estado da arte, com a perspectiva de avaliar os respectivos métodos de ensino e aprendizagem relacionados à Nanotecnologia e ao Meio Ambiente. Consideraram-se os enfoques das pesquisas publicadas e os sujeitos envolvidos nos últimos 10 anos em 20 periódicos brasileiros. Os resultados da análise da coleção QSP revelaram 1.473 ocorrências de Indicadores de Alfabetização Científica (IAC), sendo 1.377 (93,5%) para Meio Ambiente e 96 (6,5%) para Nanotecnologia. A discrepância no quantitativo entre as duas temáticas foi evidente, com a temática de Nanotecnologia sendo praticamente inexistente em alguns IAC, configurando um ponto negativo na coleção. A análise do panorama científico nos últimos 10 anos também revelou desafios, com apenas 8 publicações entre os 20 periódicos analisados relacionando o ensino de Nanotecnologia à Química. Em contrapartida, a temática de Meio Ambiente apresentou uma quantidade significativa de publicações, com 656 registros nos últimos 10 anos e com ocorrências em todos os indicadores, apesar de lacunas ainda existentes nos indicadores "criar" e "atuar". De forma geral, constatou-se a presença de um grande número de questões contextualizadas nos materiais analisados, mas a ausência de questões que permitam ao aluno ter um posicionamento ativo para ambas as temáticas. Diante do contexto exposto, o produto educacional desenvolvido nesta dissertação é um livro didático intitulado "Nanotecnologia e Meio Ambiente", com foco direcionado a alunos da educação básica e ao ensino de química. O propósito do livro é preencher as lacunas encontradas na pesquisa realizada, buscando proporcionar aos estudantes um estudo amplo sobre as temáticas de Nanotecnologia e Meio Ambiente, além de trabalhar de forma efetiva as habilidades dos indicadores de alfabetização científica. Para validar o material, realizou-se uma avaliação com 5 indivíduos especializados na temática ou com experiência na educação básica. Os resultados dessa análise foram positivos, considerando o produto educacional adequado e uma valiosa ferramenta para o estudo das referidas temáticas, de modo a impulsionar o desenvolvimento das habilidades de alfabetização científica, conforme estabelecido como um dos objetivos principais para esse livro didático.

**Palavras-chave:** Educação básica; Ensino de química; Produto educacional; Livro didático.

## ABSTRACT

The cross-cutting themes in education have as their central objective the understanding and construction of social reality, addressing the rights and responsibilities associated with individual and collective life. In this context, scientific literacy emerges as a fundamental path for the understanding and construction of this reality, with chemistry serving as a central science. The research conducted had as its main objective to investigate the potentialities and limitations of the themes Nanotechnology and Environment, in light of the Scientific Literacy Indicators (IAC) present in the textbooks of the collection "Chemistry as Protagonist" (QSP), used in the National Textbook Program (PNLD) between the years 2012 to 2021. The methodological journey included a comprehensive review of the state of the art, with the perspective of evaluating the respective teaching and learning methods related to Nanotechnology and the Environment. The focus of published research and the subjects involved in the last 10 years in 20 Brazilian journals were considered. The results of the analysis of the QSP collection revealed 1,473 occurrences of Scientific Literacy Indicators (IAC), with 1,377 (93.5%) related to the Environment and 96 (6.5%) to Nanotechnology. The discrepancy in quantity between the two themes was evident, with the Nanotechnology theme being virtually nonexistent in some IAC, constituting a negative point in the collection. The analysis of the scientific landscape in the last 10 years also revealed challenges, with only 8 publications among the 20 journals analyzed relating the teaching of Nanotechnology to Chemistry. On the other hand, the theme of the Environment presented a significant number of publications, with 656 records in the last 10 years and occurrences in all indicators, despite gaps still existing in the "create" and "act" indicators. Overall, there was a presence of a large number of contextualized questions in the materials analyzed, but an absence of questions that would allow the student to take an active stance on both themes. Given the context presented, the educational product developed in this dissertation is a textbook entitled "Nanotechnology and Environment," with a focus on basic education students and chemistry education. The purpose of the book is to fill the gaps found in the research conducted, seeking to provide students with a comprehensive study of the themes of Nanotechnology and the Environment, as well as effectively addressing the skills of scientific literacy indicators. To validate the material, an assessment was conducted with 5 individuals specialized in the theme or with experience in basic education. The results of this analysis were positive, considering the educational product suitable and a valuable tool for the study of the aforementioned themes, in order to promote the development of scientific literacy skills, as established as one of the main objectives for this textbook.

**Keywords:** *Basic education; Chemistry teaching; Educational product; Textbook.*

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Material didático e o tipo de suporte pedagógico.....   | 28 |
| Figura 2 – Livros QSP: (A) PNLD 2012 a 2014; (B) 2015 a 2017; (C) PNLD 2018 a 2020; (D) 2021 a 2023..... | 35 |
| Figura 3 – Distribuição dos livros da coleção QSP por triênio (2012 – 2018).....                         | 36 |
| Figura 4 – Livros de projetos integradores: (A) Ser Protagonista e (B) Jovem Protagonista.....           | 37 |
| Figura 5 – Fluxograma do percurso metodológico.....  | 39 |
| Figura 6 – Regiões brasileiras e publicações em Nanotecnologia e ensino.....                             | 48 |
| Figura 7 – Regiões brasileiras e publicações em Meio Ambiente e ensino.....                              | 57 |
| Figura 8 – Exemplo encontrado na página 185 do livro 2.....  | 60 |
| Figura 9 – Questão presente na página 255 do L3.....   | 64 |
| Figura 10 – Questão presente na página 279 do L3.....  | 67 |
| Figura 11 – Livro Nanotecnologia e Meio Ambiente em 3D.....  | 77 |
| Figura 12 – Representação da Unidade 2 – Ao nosso redor.....   | 80 |
| Figura 13 – Página interna sobre “Nanotecnologia e nanociência”.....                                     | 81 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 1 - Percentual das temáticas no PNLD 2015 a 2017..... | 63 |
| Gráfico 2 - Percentual das temáticas no PNLD 2018 a 2020..... | 66 |
| Gráfico 3 - Percentual das temáticas no PNLD 2021 a 2023..... | 70 |

## LISTA DE TABELAS

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tabela 1  | - Indicadores de Alfabetização Científica propostos por Pizarro (2014).....                             | 21 |
| Tabela 2  | - Categorias de materiais didáticos.....  | 28 |
| Tabela 3  | - Periódicos brasileiros selecionados para o levantamento.....  | 31 |
| Tabela 4  | - Descrições gerais de cada livro por triênio.....  | 36 |
| Tabela 5  | - Eixos Temáticos em Química Ambiental de Soares, Silva e Gonçalves (2021).....                         | 41 |
| Tabela 6  | - Eixos Temáticos em Nanotecnologia.....  | 42 |
| Tabela 7  | - Levantamento bibliográfico sobre Nanotecnologia.....  | 44 |
| Tabela 8  | - Levantamento bibliográfico sobre Meio Ambiente.....   | 45 |
| Tabela 9  | - Artigos de Nanotecnologia encontrados no levantamento bibliográfico, autores e ano de publicação..... | 47 |
| Tabela 10 | - Artigos de Meio Ambiente encontrados no levantamento bibliográfico, autores e ano de publicação.....  | 50 |
| Tabela 11 | - Características gerais das coleções por triênios.....   | 58 |
| Tabela 12 | - Indicadores de Alfabetização Científica no PNLD 2012 a 2014.....                                      | 59 |
| Tabela 13 | - Eixos temático em Meio Ambiente nos livros no PNLD 2012 a 2014.....                                   | 60 |
| Tabela 14 | - Eixos temático em Nanotecnologia nos livros no PNLD 2012 a 2014.....                                  | 61 |
| Tabela 15 | - Indicadores de Alfabetização Científica no PNLD 2015 a 2017.....                                      | 62 |
| Tabela 16 | - Eixos temático em Meio Ambiente nos livros no PNLD 2015 a 2017.....                                   | 63 |
| Tabela 17 | - Eixos temático em Nanotecnologia nos livros no PNLD 2015 a 2017.....                                  | 64 |
| Tabela 18 | - Indicadores de Alfabetização Científica no PNLD 2018 a 2020.....                                      | 65 |
| Tabela 19 | - Eixos temático em Meio Ambiente nos livros no PNLD 2018 a 2020.....                                   | 66 |
| Tabela 20 | - Eixos temático em Nanotecnologia nos livros no PNLD 2018 a 2020.....                                  | 67 |
| Tabela 21 | - Indicadores de Alfabetização Científica no PNLD 2021 a 2023.....                                      | 68 |
| Tabela 22 | - Indicadores de Alfabetização Científica no PNLD 2021 a 2023.....                                      | 69 |
| Tabela 23 | - Eixos temático em Meio Ambiente nos livros no PNLD 2021 a 2023.....                                   | 70 |
| Tabela 24 | - Eixos temático em Nanotecnologia nos livros no PNLD 2021 a 2023.....                                  | 71 |
| Tabela 25 | - Panorama geral dos IAC dentro dos PNLD 2012 a 2021.....   | 71 |
| Tabela 26 | - Panorama geral dos IAC em MEIO AMBIENTE dentro dos PNLD 2012 a 2021.....                              | 73 |
| Tabela 27 | - Panorama geral dos IAC em nanotecnologia nos PNLD 2012 a 2021.....                                    | 74 |
| Tabela 28 | - Panorama geral dos eixos temáticos em Meio Ambiente (PNLD 2012 – 2021).....                           | 74 |
| Tabela 29 | - Panorama geral dos eixos temáticos em Nanotecnologia (PNLD 2012 – 2021).....                          | 75 |
| Tabela 30 | - Organização e temas centrais do livro Nanotecnologia e Meio Ambiente..                                | 78 |
| Tabela 31 | - Formulário de validação do produto educacional.....   | 82 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|          |  |
|----------|--|
| AC       | Alfabetização Científica   |
| BNCC     | Base Nacional Comum Curricular                                       |
| CAPES    | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior          |
| CTSA     | Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente                           |
| DCN      | Diretrizes Curriculares Nacionais                                    |
| EA       | Estado da Arte   |
| FNDE     | Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação                        |
| IAC      | Indicadores de Alfabetização Científica                              |
| IQB      | Instituto de Química e Biotecnologia                                 |
| ISSN     | <i>International Standard Serial Number</i>                          |
| M.A      | Meio Ambiente  |
| MEC      | Ministério da Educação   |
| NANO     | Nanotecnologia   |
| NDEA     | <i>National Defense Education Act de 1958</i>                        |
| NNI      | <i>National Nanotechnology Initiative</i>                            |
| PNLD     | Programa Nacional do Livro Didático                                  |
| QSP      | Química Ser Protagonista   |
| RSL      | Revisão Sistemática da Literatura                                    |
| SEB      | Secretaria de Educação Básica  |
| TIC      | Tecnologias de Informação e Comunicação                              |
| UFAL     | Universidade Federal de Alagoas                                      |
| UFMT     | Universidade Federal de Mato Grosso                                  |
| UFT      | Universidade Federal do Tocantins                                    |
| UNESCO   | Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura |
| UNIPAMPA | Universidade Federal do Pampa  |
| UNIR     | Universidade Federal de Rondônia                                     |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | 15 |
| <b>2 OBJETIVOS</b> .....  | 18 |
| 2.1 Objetivo Geral.....   | 18 |
| 2.2 Objetivos específicos.....  | 18 |
| <b>SEÇÃO 3: ENSINO DE NANOTECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE PARA A<br/>PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA PARA SOCIEDADE</b> .....                 | 19 |
| 3.1 Alfabetização científica.....   | 19 |
| 3.2 Educação e Sociedade.....   | 23 |
| 3.3 Nanotecnologia e Meio Ambiente.....   | 25 |
| 3.4 Materiais Didáticos.....  | 27 |
| <b>SEÇÃO 4: CAMINHOS METODOLÓGICOS</b> .....  | 30 |
| 4.1 Estado da arte em Nanotecnologia e Meio Ambiente em periódicos brasileiros.....   | 30 |
| 4.2 Tipo de Pesquisa.....   | 32 |
| 4.3 Abordagem da pesquisa.....  | 33 |
| 4.4 Objeto de estudo.....   | 34 |
| 4.5 Procedimento de Análise.....  | 38 |
| <b>SEÇÃO 5: ENSINO DE NANOTECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE NA<br/>EDUCAÇÃO BÁSICA</b> .....   | 44 |
| 5.1 CATEGORIA 1 - Levantamento nos periódicos Qualis de 2012 a 2022.....  | 44 |
| 5.1.1 Analisando os arquivos supracitados na temática de nanotecnologia e meio<br>ambiente.....   | 46 |
| 5.2 CATEGORIA 2 - Levantamento da temática nos livros didáticos de Química - Ser<br>Protagonista PNL D 2012 a 2021.....                       | 58 |
| 5.2.1 PNL D 2012 – 2014.....  | 59 |
| 5.2.2 PNL D 2015 – 2017.....  | 62 |
| 5.2.3 PNL D 2018 – 2020.....  | 65 |
| 5.2.4 PNL D 2021 – 2023.....  | 68 |
| 5.2.5 PANORAMA GERAL (PNL D 2012 – 2023).....   | 71 |
| <b>SEÇÃO 6: PROPOSTA DE PRODUTO EDUCACIONAL - LIVRO:<br/>PROMOVENDO O CONTEÚDO DE NANOTECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE<br/>PARA SOCIEDADE</b> ..... | 76 |
| 6.1 Justificando a proposta.....  | 76 |
| 6.2 Os conceitos básicos de Nanotecnologia e Meio Ambiente.....   | 77 |
| 6.3 Validação do livro didático.....  | 82 |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....   | 89 |
| <b>APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....   | 96 |

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo de sua existência, a humanidade tem se esforçado para compreender os segredos da natureza, e por muitos séculos, os seres humanos têm se dedicado à exploração dos fenômenos químicos. Nesse cenário, os alquimistas se sobressaíram como aqueles que primordialmente almejavam compreender a transmutação de metais e decifrar a composição do elixir da longevidade. (LIMA, 2012)

Essa abordagem e investigação abrem portas para o progresso da química em nossa sociedade. Elas nos permitem identificar avanços e compreender mais profundamente o ambiente que nos rodeia (PORTO; KRUGER, 2013). Através do domínio do conhecimento químico, contribuimos para que as pessoas tirem maior proveito dos recursos materiais e levem uma vida mais equilibrada, sem causar danos ao meio ambiente.

Grande parte da evolução e discussão sobre ciência acontece a partir da segunda guerra mundial (SARACEVIC, 1996). Isso porque muitos campos de estudos interdisciplinares passam por um processo de revolução e refinamento científico.

Oliveira e Silveira (2013) enfatizam a relevância da Ciência para a sociedade, por meio das significativas evoluções e revoluções tecnológicas. No contexto dos medicamentos, o progresso e o entendimento de novos compostos permitiram o desenvolvimento de concepções de novos medicamentos, além de proporcionar o entendimento de suas interações e efeitos adversos.

A presença da ciência ao longo dos grandes eventos da história humana torna praticamente impossível imaginar um mundo sem ela. A ciência se destaca por sua constante busca em compreender os fenômenos que ocorrem em nosso ambiente, além de descrevê-los e propor teorias racionais que expliquem sua ocorrência (OLIVEIRA; SILVEIRA, 2013)

Um dos fatores e motivos pelos quais é tão interessante e intrigante pesquisar sobre as temáticas de Nanotecnologia e Meio Ambiente é pensar que as duas não apresentam correlação. Kloetzel (2017) diz que o meio ambiente está ligado à ecologia e ao desenvolvimento humano, destacando a parte social da temática, muito disso vinculado ao movimento de Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

Conforme apontado por Tonet e Leonel (2019), a temática da Nanotecnologia é muitas vezes é associada a avanços tecnológicos e ao progresso científico, representando o futuro. No entanto, ao longo do estudo e desenvolvimento desta dissertação, torna-se evidente que essas distinções são uma visão "simplista" do que se conhece sobre ambas as temáticas. Contrariamente ao que é comumente percebido no senso comum, elas estão mais interligadas

do que se imagina.

A afirmativa "A química está presente em tudo" é frequentemente mencionada e ouvida, e de fato é verdadeira. No entanto, muitas vezes seu significado passa despercebido no contexto cotidiano das pessoas. Conforme Bedin e Del Pino (2018), o processo de ensino e aprendizagem na Educação Básica desempenha um papel fundamental na promoção de uma mudança que não se restrinja apenas à escola, mas que alcance a sociedade como um todo, transcendendo os limites físicos da instituição escolar.

A complexidade do mundo requer que o aluno esteja apto não apenas a compreender os fenômenos que ocorrem na natureza, mas também a realizar análises críticas no ambiente em que ele vive, do qual faz parte. Os dois pontos mencionados, compreensão de fenômenos e análise crítica, são componentes essenciais do processo de alfabetização científica. É importante destacar que a alfabetização científica é um processo contínuo, uma ação de longo prazo. De acordo com Chassot (2003), não é viável conceber propostas educacionais que não incluam no currículo elementos que guiem os alunos na exploração de aspectos pessoais e sociais. Isso é crucial para o avanço pessoal e científico do currículo do ensino de ciências.

Dentro desse contexto, os livros didáticos, quando elaborados de maneira adequada, podem representar uma excelente ferramenta para orientar os alunos na busca por esses aspectos. Amorim e Silva (2016) destacam que o livro didático é um dos recursos mais utilizados pelos professores e o consideram um grande aliado na construção do conhecimento. É relevante também enfatizar a grande importância dos livros na assistência aos professores, que frequentemente os utilizam como instrumento durante as aulas e também na sua preparação. Portanto, livros de alta qualidade desempenham um papel fundamental no processo de alfabetização científica.

Do contexto apresentado, surge o problema de pesquisa: **de que maneira as temáticas de Nanotecnologia e Meio Ambiente contribuem para a alfabetização científica dos estudantes do Ensino Médio em Química?**

Para responder a essa pergunta de pesquisa, foi conduzida uma investigação baseada na análise documental dos livros "Química Ser Protagonista" que fazem parte do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) no período de 2012 a 2023, enfocando as temáticas de Nanotecnologia e Meio Ambiente.

Considerando a ideia e o problema apresentados, é evidente que estamos adentrando em um campo com vastas oportunidades de exploração, como destacado na seção 5 da dissertação, que visa realizar um levantamento de dados sobre ambas as temáticas. Com o propósito de fornecer respostas ao problema de pesquisa estabelecido, o objetivo geral deste

estudo é investigar o potencial de alfabetização científica do livro didático "Química Ser Protagonista," integrante do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), no período de 2012 a 2023. Esse livro é o objeto de estudo e aborda as temáticas de Nanotecnologia e Meio Ambiente.

Dentro desse contexto, a parte introdutória tem como objetivo oferecer uma visão geral da pesquisa, proporcionar uma contextualização do caminho a ser percorrido em relação ao objeto de pesquisa, que são os livros didáticos. Além disso, introduzir o conceito de Alfabetização Científica e apresentar as duas temáticas que serão abordadas ao longo da pesquisa.

Sendo assim, o texto apresentado está organizado em seis seções. São elas: Introdução; Objetivos; Ensino de Nanotecnologia e Meio Ambiente para a promoção da Alfabetização Científica na Sociedade; Caminhos Metodológicos; Ensino de Nanotecnologia e Meio Ambiente no Ensino Médio; e, por fim, a Proposta de Produto Educacional - Livro: Promovendo o Conteúdo de Nanotecnologia e Meio Ambiente para a Sociedade.

## **2 OBJETIVOS:**

Esta seção propõe a apresentação dos objetivos delineados para a pesquisa. Nela serão apresentados os objetivos gerais e específicos. As etapas desta seção são: 2.1 - Objetivos gerais; e 2.2 - Objetivos específicos.

### **2.1 OBJETIVOS GERAIS:**

Investigar as potencialidades e as limitações das temáticas de Nanotecnologia e Meio Ambiente a partir dos Indicadores de Alfabetização Científica (IAC) para alunos de Química da educação básica.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Realizar um estudo sobre o estado da arte por meio de um levantamento em periódicos brasileiros no período de 2012 a 2022;
- Mapear as questões relacionadas às temáticas de Nanotecnologia e Meio Ambiente na coleção do livro "Química Ser Protagonista" (QSP) no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2012 a 2023;
- Analisar e identificar lacunas encontradas nas temáticas de Nanotecnologia e Meio Ambiente na coleção do livro "Química Ser Protagonista" (QSP) nos PNLD de 2012 a 2023, considerando os indicadores de alfabetização científica propostos por Pizarro (2014);
- Elaborar um livro didático sobre Nanotecnologia e Meio Ambiente como produto educacional para estudantes de Química da Educação Básica.

### **SEÇÃO 3: ENSINO DE NANOTECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE PARA A PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA PARA SOCIEDADE**

Na presente seção, efetuou-se uma revisão teórica dos elementos centrais da dissertação. A seguir, procederemos à elaboração detalhada dos autores citados como referências para o desenvolvimento da pesquisa. As etapas desta seção são delineadas da seguinte forma: 3.1 - Alfabetização Científica; 3.2 - Educação e Sociedade; 3.3 - Nanotecnologia e Sociedade; 3.4 - Materiais Didáticos.

#### **3.1 Alfabetização científica**

Nos últimos anos, tem sido eminente pensar e refletir sobre como e a forma que o Ensino de Ciências está sendo desenvolvido, acima de tudo, como fazer com que ele tenha sentido na vida dos estudantes. A Alfabetização Científica tem sido objeto de estudo por pesquisadores de diversas áreas e níveis de formação (SASSERON; CARVALO, 2011; AULER; DELIZOICOV, 2001; CHASSOT, 2003; LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; SASSERON, 2015; PIZARRO; LOPES JUNIOR, 2015) que buscam compreender como a Alfabetização Científica pode potencializar, colaborar e enriquecer o ensino de Ciências, tornando-o mais realista e com protagonismo dos alunos.

Gonçalves (2022) destaca que a preocupação e a discussão sobre o ensino de Ciências não são algo novo, especialmente quando se considera a importância da aprendizagem em Ciências.

Alguns pesquisadores (PENICK, 1998; SASSERON; CARVALHO, 2011) atribuem a criação do termo "Alfabetização Científica" a Paul Hurd. Em seu livro "*Science Literacy: Its Meaning for American Schools*" publicado em 1958, Hurd introduziu o termo pela primeira vez com o foco na resolução de problemas do mundo real por meio do ensino de Ciências.

Atualmente, muitos pesquisadores brasileiros se dedicam ao estudo da alfabetização científica. De acordo com Sasseron e Carvalho (2011), o conceito de Alfabetização Científica é complexo e abrange diversas perspectivas.

Penick (1998) oferece informações relevantes sobre o tópico ao destacar resultados significativos obtidos na década de 80. Em um estudo conduzido por Miller (1983), foi avaliada a habilidade dos alunos em reconhecer termos, processos e conceitos relacionados à ciência, revelando que apenas 5% dos alunos compreendiam a abordagem científica na solução de problemas e na construção do conhecimento.

Isso está em conformidade com as ideias de Lorenzetti e Delizoicov (2001), que argumentam que a Alfabetização Científica não se limita apenas à compreensão do vocabulário

científico, mas também envolve a aquisição de estruturas conceituais e métodos de procedimento, abrangendo a compreensão do próprio conceito de Ciência.

Teixeira (2013) enfatiza com precisão o propósito da Alfabetização Científica (AC) ao ressaltar que seu objetivo não se limita ao conhecimento científico, como processos, teorias e conceitos. O verdadeiro propósito da AC é a capacidade de leitura e escrita, sendo a leitura, em particular, o elemento fundamental da Alfabetização Científica em contextos escolares.

Sendo assim, a Alfabetização Científica se apresenta como um aspecto do processo de alfabetização. Para que um indivíduo seja considerado alfabetizado cientificamente, é necessário que ele demonstre habilidades de compreensão, elaboração de significados, análise e crítica (TEIXEIRA, 2013). Essas habilidades podem ser desenvolvidas com a ajuda de parâmetros específicos, como os Indicadores de Alfabetização Científica (IAC).

Segundo Sasseron e Carvalho (2011), a concepção de Alfabetização Científica é percebida por alguns acadêmicos como um conceito complexo que engloba perspectivas variadas. Apesar das divergências conceituais, uma verdade permanece incontestável: a Alfabetização Científica desempenha um papel fundamental no progresso social e econômico presente e futuro, e, portanto, merece ser uma prioridade em nossas instituições educacionais (BOWYER, 1990).

Conforme observado por Chassot (2003, p. 91), a Alfabetização Científica é essencial para a capacidade de interpretar a linguagem presente na natureza, tornando-se, assim, uma característica crítica. Nessa visão, a Alfabetização Científica assume um papel de destaque como uma dimensão que amplia o potencial da educação. Essa concepção vai além do simples ensino, buscando uma perspectiva mais ampla e a correção de concepções equivocadas.

Lorenzetti e Delizoicov (2001) definem a Alfabetização Científica como a habilidade de uma pessoa em interpretar, compreender e articular sua perspectiva sobre temas relacionados à Ciência, pressupondo que o indivíduo tenha adquirido a experiência necessária por meio da educação formal e, conseqüentemente, domine a linguagem escrita.

Portanto, podemos afirmar que um indivíduo com Alfabetização Científica é capacitado a identificar e abordar questões dentro do contexto em que está inserido. Oliveira (2019) destaca que a Alfabetização Científica tem se firmado como uma solução viável para os sistemas educacionais, pois está alinhada com as demandas sociais, uma vez que a ciência continua a evoluir e expandir-se.

Assim, a Alfabetização Científica se apresenta como o caminho para adquirirmos uma compreensão mais abrangente do mundo que nos cerca. Isso ocorre quando atividades são realizadas para proporcionar aos estudantes uma visão mais completa dos temas estudados, seja

na teoria ou na prática. Essas atividades incentivam a reflexão e o pensamento crítico, como observado por Oliveira (2016).

Sasseron e Carvalho (2008) organizam a Alfabetização Científica em três eixos estruturantes: (1) compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, (2) compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e o (3) entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.

Com base no exposto e tendo em consideração a significância da investigação no âmbito da Alfabetização Científica, torna-se imperativo empregar indicadores para efetuar uma avaliação mais precisa do objeto de estudo no contexto do desenvolvimento científico. De acordo com Sasseron e Carvalho (2008, p. 338), os indicadores são definidos como "ações que os alunos podem executar em atividades propostas pelo professor, demonstrando habilidades como: a ordenação de informações, a organização de informações, a classificação de informações, o raciocínio lógico, o raciocínio proporcional, a formulação de hipóteses, a realização de testes de hipóteses, a justificação, a previsão e a explicação."

Os indicadores de Alfabetização Científica têm como objetivo auxiliar os alunos na construção do conhecimento científico. Neste estudo, foram empregados os indicadores de Pizarro (2014), os quais se dividem nas seguintes categorias: leitura em ciências, redação em ciências, abordagem de problemas, argumentação, articulação de ideias, criação, aplicação e investigação, presentes na tabela abaixo.

**Tabela 1.** Indicadores de Alfabetização Científica propostos por Pizarro (2014)

| <b>Indicadores de Alfabetização Científica</b> | <b>Definição</b>  |
|--|---|
| Articular ideias                               | Surge quando o aluno consegue estabelecer relações, seja oralmente ou por escrito, entre o conhecimento teórico aprendido em sala de aula, a realidade vivida e o meio ambiente no qual está inserido.  |
| Investigar                                     | Ocorre quando o aluno se envolve em atividades nas quais ele necessita apoiar-se no conhecimento científico adquirido na escola (ou até mesmo fora dela) para tentar responder a seus próprios questionamentos, construindo explicações coerentes e embasadas em pesquisas pessoais que leva para a sala de aula e compartilha com os demais colegas e com o professor. |

|                      |   |
|----------------------|---|
| Argumentar           | Está diretamente vinculado com a compreensão que o aluno tem e a defesa de seus argumentos apoiado, inicialmente, em suas próprias ideias, para ampliar a qualidade desses argumentos a partir dos conhecimentos adquiridos em debates em sala de aula, e valorizando a diversidade de ideias e os diferentes argumentos apresentados no grupo. |
| Ler em Ciências      | Trata-se de realizar leituras de textos, imagens e demais suportes reconhecendo-se características típicas do gênero científico e articulando-se essas leituras com conhecimentos prévios e novos, construídos em sala de aula e fora dela.   |
| Escrever em Ciências | Envolve a produção de textos pelos alunos que leva em conta não apenas as características típicas de um texto científico, mas avança também no posicionamento crítico diante de variados temas em Ciências e articulando, em sua produção, os seus conhecimentos, argumentos e dados das fontes de estudo.                                      |
| Problematizar        | Surge quando é dada ao aluno a oportunidade de questionar e buscar informações em diferentes fontes sobre os usos e impactos da Ciência em seu cotidiano, na sociedade em geral e no meio ambiente.   |
| Criar                | É explicitado quando o aluno participa de atividades em que lhe é oferecida a oportunidade de apresentar novas ideias, argumentos, posturas e soluções para problemáticas que envolvem a Ciência e o fazer científico discutidos em sala de aula com colegas e professores.   |
| Atuar                | Aparece quando o aluno se compreende como um agente de mudanças diante dos desafios impostos pela Ciência em relação à sociedade e ao meio ambiente, sendo um multiplicador dos debates vivenciados em sala de aula para a esfera pública.  |

Fonte: PIZARRO, 2014, p. 92.

Pizarro e Lopes Junior (2015) enfatizam o papel dos indicadores de alfabetização científica como uma ferramenta que possibilita uma visão mais nítida dos progressos dos alunos nas atividades conduzidas pelo professor. É importante ressaltar que esses indicadores também evidenciam o aluno como agente ativo em seu próprio processo de aprendizagem.

Desde a década de 1990, estudos como o de Ohlsson (1992) têm ressaltado a relevância

de adotar abordagens de ensino que incentivem os alunos a desenvolver habilidades para expressar suas reflexões sobre teorias em Ciências e buscar soluções para a resolução de problemas. Essa ênfase surge da necessidade de que os estudantes não apenas absorvam o conteúdo das Ciências, mas também sejam capazes de atribuir significado a ele.

Nesse contexto, Silva e Lorenzetti (2020) enfatizam a Alfabetização Científica como o meio pelo qual a linguagem das ciências naturais adquire significado, permitindo aos estudantes a compreensão do mundo ao seu redor. Isso proporciona acesso a novas formas de conhecimento e cultura, capacitando-os a desempenhar um papel ativo na sociedade em que estão inseridos.

Essa é a função dos indicadores: eles não apenas identificam o que está sendo trabalhado, mas também mostram as funções e habilidades nas quais o processo de alfabetização científica está ocorrendo. Os indicadores devem ser empregados quando se deseja iniciar o processo de construção do conhecimento em Alfabetização Científica. Eles permitem não apenas identificar o que está sendo abordado, mas também evidenciam as lacunas e limitações dos alunos nesse contexto.

### **3.2 Educação e Sociedade**

A relação entre Educação e Sociedade é um processo contínuo e cooperativo. É contínuo porque, desde os primórdios, a Educação esteve intrinsecamente ligada ao processo de participação social. É colaborativo porque essa relação não permaneceu inalterada ao longo do tempo, e para que essa evolução constante aconteça, a colaboração da sociedade é essencial para o desenvolvimento tanto social quanto educacional. Como afirmam Dias e Pinto (2019, p. 449), "a educação é, desde a sua origem, em seus objetivos e funções, um fenômeno social, estando interligada ao contexto político, econômico, científico e cultural de uma determinada sociedade".

A educação, em todas as suas formas e níveis, desempenha um papel fundamental no desenvolvimento da sociedade (NOÉ, 2000). É importante destacar que, ao mencionar a educação, não estamos limitando essa discussão à educação formal que ocorre dentro das escolas e salas de aula. A educação vai além desses contextos específicos e abrange uma ampla gama de experiências e aprendizados que ocorrem em diversos aspectos da vida.

Essas transformações implicam em diversas adaptações ao longo do tempo, assim como a sociedade passou por mudanças ao longo dos anos, a educação também o fez. De acordo com Gadotti (2016), a educação ao longo da vida ocorre em espaços tanto formais quanto

informais, e limitar a compreensão da educação apenas ao ensino formal significa subestimar suas potencialidades.

Sobral (2000) destaca que a maneira como a sociedade é abordada varia de acordo com o período histórico. Isso está em linha com a visão do sociólogo Émile Durkheim, que concebe a educação como um processo de socialização, ou seja, um meio de integrar os indivíduos no contexto social em que estão inseridos.

Noé (2000) também enfatiza as múltiplas funções do processo educacional. Segundo o autor, a educação desempenha um papel crucial como um processo de transmissão cultural, abrangendo valores, normas, atitudes, experiências, imagens, representações e outros elementos. Dentre essas funções, destaca-se a reprodução do sistema social como a mais significativa.

O progresso científico e tecnológico das nações historicamente tem dependido de investimentos substanciais em pesquisa científica. É fundamental ressaltar que esses investimentos só podem prosperar se forem acompanhados por aportes significativos na área educacional, os quais devem começar desde o nível da educação básica. (SANTOS; PORTO, 2013)

A inclusão de conteúdos relativos às implicações sociais da ciência e tecnologia para formar o cidadão tem sido amplamente recomendada por diversos educadores em ciências (SANTOS; MORTIMER (1999). Essas implicações sociais estão diretamente vinculadas a implicações sociais da ciência e da tecnologia, mas também questões multidisciplinares e a discussões diversas.

Sob uma perspectiva científica, um exemplo notável que ilustra a estreita relação entre desenvolvimento científico e educação com impacto na sociedade é o lançamento do primeiro satélite artificial soviético, o Sputnik em 1957 (JÚNIOR; SORIANO, 2015). A partir desse evento, os Estados Unidos foram estimulados a investir de forma substancial na educação básica, com o intuito de promover a formação de cientistas no país. Isso foi feito com o propósito de criar uma base sólida de profissionais capazes de continuar os projetos de relevância nacional em ciência, permitindo que a nação mantivesse sua liderança na corrida armamentista. (SANTOS; PORTO, 2013).

Naquela época, havia um evidente o desinteresse dos jovens pelas áreas de ciências e a falta de novos pesquisadores para atender à crescente demanda das necessidades estabelecidas pelo governo. Essa situação levou à criação do *National Defense Education Act de 1958*, conhecido como NDEA (Ato Nacional em Defesa da Educação) (JUNIOR; SORIANO, 2015). O esquema concebido naquela época tinha como principais pilares a construção de uma base sólida e o fortalecimento da educação básica e da pesquisa fundamental nas universidades.

No Brasil, durante o período em que todo o evento relacionado ao Sputnik estava ocorrendo, o rádio era o principal meio de comunicação de massa. As discussões ligadas à ciência e a divulgação de temas relacionados a ela eram restritas, uma vez que a conexão entre ciência e sociedade era limitada. Revistas populares como Manchete, O Cruzeiro e O Globo tinham como objetivo introduzir conceitos científicos aos seus leitores (ANDRADE; CARDOSO, 2001).

Conforme apontado por Krasilchik (2000), o Brasil também passou por mudanças políticas significativas à época que levaram a uma redefinição do papel da escola. Nesse novo contexto, a escola passou a ser encarada como responsável pela formação de todos os cidadãos, não apenas de um grupo privilegiado. Essa transformação foi marcante na promulgação da Lei 4.024, conhecida como Diretrizes e Bases da Educação, em 21 de dezembro de 1961. Essa legislação ampliou a presença das ciências no currículo escolar, resultando em um substancial aumento da carga horária dedicada a disciplinas como Física, Química e Biologia.

Toda a conjuntura mundial teve impacto na sociedade, inclusive no modo de ensinar ciências e no tipo de material consumido por professores e alunos. Com o lançamento do Sputnik e o receio de outros países ficarem para trás, houveram inclusive encontros organizados pelos Estados Unidos e Inglaterra com centros e comitês nacionais para a produção de materiais didáticos, o objetivo era unir professores, alunos e cientistas para gerar projetos curriculares e a produção de materiais didáticos inovadores (LORENZ; BARRA, 1986).

### **3.3 Nanotecnologia e Meio Ambiente**

A Nanotecnologia é compreendida como a aplicação de insumos ou processos em que pelo menos um dos componentes possui dimensões na escala nanométrica, ou seja, entre 1 e 100 nanômetros, possibilitando a manipulação e obtenção de novos materiais (HUPFFER e LAZZARETTI, 2019). Por contraste, o Meio Ambiente é definido como tudo o que existe materialmente na natureza, abrangendo tudo o que existe e está destinado a se transformar. (GERALDINO, 2014)

As duas questões se complementam mutuamente, sendo impossível discutir o Meio Ambiente sem mencionar os avanços da humanidade e da sociedade. Essa interconexão também se aplica à Nanotecnologia, que surge em diversas áreas como uma ferramenta capaz de oferecer oportunidades para avanços recentes, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e para a preservação do meio ambiente (QUINA, 2004).

O prefixo nano é oriundo da palavra grega *Vávoc* <nános>, que significa “anão”. Nano

é um termo utilizado como unidade de medida, um nanômetro equivale a um bilionésimo de um metro ( $1 \text{ nm} = 1/1.000.000.000 \text{ m}$ ) (FARIA *et al*, 2013).

Ramos e Pasa (2008) ressaltam a importância da Nanotecnologia e a Nanociência como uma tendência fundamental na ciência e tecnologia do século XXI, mesmo que inicialmente tenham sido consideradas como ficção científica. O destaque dado à área da Nanotecnologia tornou-se evidente a partir de 2000, quando os Estados Unidos lançaram a Iniciativa Nacional sobre Nanotecnologias (*National Nanotechnology Initiative - NNI*), com vultosos investimentos em pesquisa e desenvolvimento, alcançando cifras na ordem dos bilhões de dólares.

Segundo Cadioli e Sala (2006), a Nanotecnologia é caracterizada como uma área multidisciplinar, na qual cientistas de diversas áreas, como medicina, engenharia eletrônica, mecânica, química, física e biologia colaboram de forma conjunta. A sinergia entre essas diferentes áreas confere um caráter inovador à temática, uma vez que seu objetivo principal é buscar continuamente inovações e benefícios para a sociedade.

Uma característica marcante da Nanociência está ligada à sua complexidade e abrangência, a mesma se infiltra em grande parte dos setores tecnológicos. A interação entre esses setores confere à temática um atributo fundamental, sendo classificada como uma ciência transversal (CADIOLI, SALA, 2006). Alguns estudiosos (REBELLO *et al*, 2012; SANTOS, 2018; SILVA, SANTOS, 2015) destacam a importância dessa vertente como base para a exploração da temática na educação básica.

De acordo com Rebello *et al*. (2012), a Nanotecnologia é identificada como um tema em expansão que ainda precisa ser explorado no contexto da educação básica. Apesar das diversas áreas de aplicação, o conhecimento real que uma sociedade possui sobre os impactos da nanotecnologia é uma questão que merece ser abordada.

Silva e Santos (2015) também destacam os desafios da Nanotecnologia no Brasil. Além da educação, esses desafios se ampliam devido à carência na comunicação e divulgação dos benefícios e vantagens que ela oferece para a sociedade.

Nesse contexto, torna-se evidente a importância do aspecto social nas práticas pedagógicas, especialmente aquelas de natureza interdisciplinar que abordam questões transversais que fazem parte do cotidiano dos estudantes. Isso fornece um caminho para o desenvolvimento da alfabetização científica (PISTOIA *et al*, 2020).

Ao contrário da Nanotecnologia, cujo impulso ocorreu no século XXI, as questões ambientais relacionadas à Química Ambiental experimentaram um notável avanço e crescimento nas décadas de 1960 e 1970 (LINO *et al*, 2019).

Conforme enfatizado por Maximiano *et al.* (2009), a química verde ou química ambiental oferece elementos para contribuir com um ensino interdisciplinar, relevante, prático e integrado em diversos campos de atuação. Além disso, essas abordagens têm o potencial de gerar um amplo impacto junto ao público em geral e de abranger questões globais em sua abordagem.

Além disso, é crucial que os processos educacionais estabeleçam diálogos constantes com situações contextuais, tanto do ponto de vista pedagógico quanto em relação a conteúdos específicos. Isso representa um diferencial nos conteúdos relacionados ao Meio Ambiente e à Química (MARQUES *et al.*, 2007).

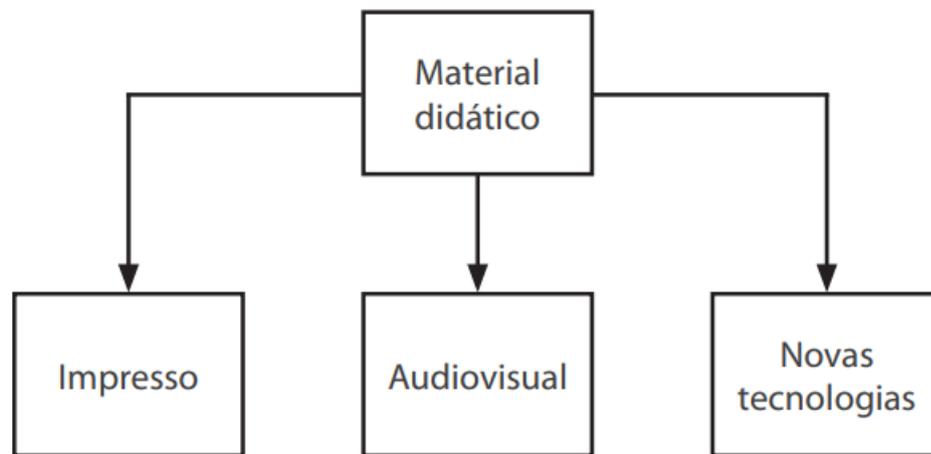
Alguns autores, como MARQUES *et al.* (2007) e MAXIMIANO *et al.* (2009), destacam a formação de professores de química como um desafio contemporâneo, especialmente em resposta às crises ambientais. Isso é particularmente relevante quando se considera a “sustentabilidade ambiental”, que está intrinsecamente ligada a práticas sociais, econômicas e políticas. Essa questão também abrange as práticas pedagógicas e químicas, uma vez que o processo de disseminação do conhecimento por meio de abordagens teóricas e práticas em ambientes escolares desempenha um papel essencial nesse contexto.

### 3.4 Materiais Didáticos

Os materiais didáticos, também conhecidos como "recursos didáticos" ou "tecnologias educacionais", abrangem todos os materiais e equipamentos de natureza didática que podem ser usados como recursos em processos de ensino, com o objetivo de estimular os alunos e facilitar sua compreensão dos conteúdos (FREITAS, 2009). São considerados instrumentos pedagógicos e desempenham um papel fundamental no contexto educacional. Esses materiais estão relacionados ao tipo de classificação que oferece para a materialização do conteúdo a ser abordado, conforme mostrado na figura abaixo, que apresenta o suporte e o tipo de mídia correspondente.

A relevância da utilização de materiais didáticos como uma ligação entre a teoria (conceitos) e a prática (aplicação no mundo real) durante as aulas é enfatizada por Bordinhão e Silva (2015). A busca pela melhoria do processo de ensino e aprendizagem tem incentivado o desenvolvimento e a criação de novos materiais didáticos, oferecendo assim uma alternativa para promover uma compreensão mais eficaz dos conteúdos (SCOLARO, 2008).

**Figura 1.** Material didático e o tipo de suporte pedagógico



Fonte: BANDEIRA, 2009, p. 13

Diante disso, Bandeira (2009) atribuiu a finalidade educativa aos conjuntos de textos, imagens e recursos presentes nos materiais didáticos. É por meio das categorias dos materiais didáticos que se delineiam o propósito de cada um deles:

**Tabela 2.** Categorias de materiais didáticos

| CATEGORIA                                  | DEFINIÇÃO  | EXEMPLOS  |
|--|--|---|
| Material impresso: tradicional e inovador  | De acordo com as modalidades e etapas da educação formal e informal, e do tipo de público e finalidades, o material impresso pode ser dividido em coleções ou conjuntos  | Caderno de atividades, guia do aluno, guia do professor, livro-texto, livro didático, livro paradidático, pranchas ilustrativas, mapas, entre outros. |
| Material audiovisual: imagem e som         | Consiste de um produto, objeto ou processo que, ao trabalhar com estímulos sensoriais da audição e da visão, objetiva uma troca comunicacional   | Trilha sonora, paisagem sonora, música, diálogos, ruídos, atores, dramatização, animação, imagens, simulações, entre outros.                          |
| Novas mídias: perspectivas para a educação | O conceito de mídias significa meios de comunicação ou canal, que identifica o recurso pelo qual a informação pode ser transmitida. Novas mídias podem ser entendidas como as possibilidades oferecidas pelas tecnologias de informação e comunicação (TIC), com a produção, armazenagem, distribuição de informação e | Computador, celular, realidade aumentada, realidade virtual, hipermídia, CD, entre outros.  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | entretenimento, por exemplo, no uso de computadores e redes (como a Internet). |  |
|--|--|--|

Fonte: BANDEIRA, p. 15, 2009

Eichler e Del Pino (2012) enfatizam que, independentemente da categoria escolhida, o uso eficaz do material didático deve ter como objetivo: (a) fornecer uma compreensão ampla da importância da formação em química e da necessidade de integrar a química com outras áreas do conhecimento; (b) abordar a questão por meio da química e as demandas que surgem na área química relacionadas ao cotidiano dos alunos, das escolas e de suas comunidades.

Além dos objetivos, a escolha adequada de materiais didáticos é ressaltada por Freitas (2009), considerando critérios que englobam o professor no processo de escolha dos materiais, tais como:

- (a) Adequação aos objetivos, conteúdo e grau de desenvolvimento, interesse e necessidades dos alunos;
- (b) Adequação às habilidades que se quer desenvolver (cognitivas, afetivas ou psicomotoras);
- (c) Simplicidade, baixo custo e manipulação acessível;
- (d) Qualidade e atração (devem despertar a curiosidade).

Considerando todos os critérios de seleção, é crucial ressaltar que um material didático bem elaborado, em conformidade com as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) (BRASIL, 2002), para a formação de professores da educação básica, que recomendam o uso de estratégias e materiais de apoio inovadores no processo de ensino e aprendizagem não pode, por si só, garantir a eficácia do ensino. A efetividade dos materiais está condicionada à intervenção do professor, desempenhando um papel crucial nesse processo. Os materiais didáticos não devem ser vistos como uma solução completa para o ensino, mas sim como componentes integrados em um ciclo mais amplo de ensino-aprendizagem (FREITAS, 2009).

## SEÇÃO 4: CAMINHOS METODOLÓGICOS

Esta seção especifica o percurso metodológico da pesquisa, detalhando todas as fases realizadas, que incluem: 4.1 - Estado da arte em Nanotecnologia e Meio Ambiente em periódicos brasileiros; 4.2 – Tipo de Pesquisa; 4.3 – Abordagem da Pesquisa; 4.4 – Objeto de estudo; e 4.5 - Procedimentos de análise. Assim, o percurso metodológico caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, com abordagem da pesquisa bibliográfica para o levantamento e análise dos artigos a partir do estudo do estado da arte e pesquisa documental para a análise dos livros didáticos "Química Ser Protagonista" (QSP) do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Para a coleta e análise dos dados, foi utilizado o software *Excel*.

A metodologia desta pesquisa foi conduzida em duas etapas: (i) Estado da arte das publicações sobre Nanotecnologia e Meio Ambiente em jornais brasileiros; (ii) Análise dos livros didáticos de química do Programa Nacional do Livro Didático.

### 4.1 Estado da arte em Nanotecnologia e Meio Ambiente em periódicos brasileiros

Na primeira etapa da pesquisa, foi conduzido um estudo do Estado da Arte (EA) e uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) em 20 periódicos brasileiros abrangendo o período de 2012 a 2022, com foco nas temáticas de Nanotecnologia e Meio Ambiente.

O processo de construção do estudo do Estado da Arte e da Revisão Sistemática da Literatura acompanhou os procedimentos delineados por COSTA e ZOLTOWSKI (2014), que compreende os seguintes passos: a delimitação das temáticas a serem pesquisadas; escolha dos periódicos como fonte de coleta de dados; definição da palavra-chave; busca, análise e armazenamento dos resultados obtidos; avaliação da abordagem dos artigos; síntese e interpretação dos dados.

A pesquisa de 'estado da arte' ou 'estado do conhecimento', conforme definido por Ferreira (2002), é uma abordagem de natureza bibliográfica. Estes estudos têm como objetivo principal mapear e analisar a produção acadêmica em diversos campos do conhecimento. Eles buscam identificar os aspectos e dimensões que têm recebido ênfase em diferentes momentos e lugares, bem como compreender, as características, enfoque das publicações, sujeitos envolvidos e as maneiras pelas quais isso ocorre.

Galvão e Ricarte (2019) conceituam a Revisão Sistemática da Literatura como uma modalidade de pesquisa cuja metodologia obedece a protocolos específicos e bem definidos. A condução de uma RSL envolve a consideração de diversos elementos, incluindo a delimitação da questão de pesquisa, a seleção criteriosa dos periódicos para a coleta de dados, a elaboração de estratégias de busca, bem como a seleção e a sistematização das informações encontradas.

Como critério para o estudo desses artigos, foi realizada uma pesquisa manual em cada um dos periódicos listados na tabela 3 e que possuam *qualis* entre A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3 e B4, sendo apenas selecionados os artigos que estivessem disponíveis em periódicos com publicações online, em língua portuguesa e publicados no período de 2012 a 2022.

O processo de seleção envolveu, em primeiro lugar, a definição de palavras-chave para construir o corpus da pesquisa, priorizando termos diretamente relacionados ao ensino de Química nas duas temáticas investigadas. Para as pesquisas sobre Nanotecnologia, as disposições previstas incluíram: (i) Nanotecnologia; (ii) Nanociência; e (iii) Nanopartícula. Para a temática de Meio Ambiente, foram utilizadas as seguintes expressões: (i) Meio Ambiente; (ii) Química Ambiental; e (iii) Química Verde. Todos os artigos analisados continham em seu título as palavras-chave citadas anteriormente.

Destaca-se também a escolha dos periódicos. Eles foram selecionados com base em critérios específicos, como: a seleção de periódicos que tivessem educação, ensino e química como áreas de avaliação na plataforma sucupira, com exceção da Revista de Ensino em Bioquímica, por se tratar de uma revista de área específica voltados para a área de bioquímica. Além disso, priorizamos revistas que publicam artigos na área de ciências da natureza e que estão disponíveis online. Periódicos com classificação Qualis C foram excluídos, uma vez que não apresentaram um número suficiente de publicações para serem analisadas durante o período de estudo selecionado.

A tabela abaixo, mostra as revistas escolhidas (classificados de P1 a P20) para a análise das publicações, junto dos seus respectivos *International Standard Serial Number* (ISSN) (coluna 2) e a classificação do quadriênio 2017-2020 da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a partir do Qualis (coluna 4).

**Tabela 3.** Periódicos brasileiros selecionados para o levantamento

| Nº  | ISSN      | PERIÓDICO  | QUALIS |
|-----|-----------|--|--------|
| P01 | 2447-6099 | REVISTA DEBATES EM ENSINO DE QUÍMICA                     | A3     |
| P02 | 2525-8923 | ACTIO: DOCÊNCIA EM CIÊNCIAS                              | A3     |
| P03 | 1809-6158 | REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE QUÍMICA                  | B3     |
| P04 | 2237-4450 | ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA EM REVISTA               | A4     |
| P05 | 1982-2413 | EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS (UFRGS)               | B1     |
| P06 | 1518-8795 | INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS (ONLINE)             | A1     |
| P07 | 2595-7376 | REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA    | B1     |
| P08 | 2595-816X | REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO MÉDIO                       | B3     |
| P09 | 2317-5125 | AMAZÔNIA - REVISTA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS | A2     |
| P10 | 1413-8638 | AMBIENTE & EDUCAÇÃO                                      | A3     |
| P11 | 1809-0354 | ATOS DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO (FURB)                      | A3     |
| P12 | 2527-0915 | EDUCAÇÃO EM QUÍMICA EN PUNTO DE VISTA                    | A3     |
| P13 | 2179-1309 | REVISTA CONTEXTO & EDUCAÇÃO                              | A2     |

|     |           |  |    |
|-----|-----------|--|----|
| P14 | 1980-850X | CIÊNCIA & EDUCAÇÃO                                     | A1 |
| P15 | 2175-2699 | QUÍMICA NOVA NA ESCOLA                                 | A2 |
| P16 | 1984-6835 | REVISTA VIRTUAL DE QUÍMICA                             | B2 |
| P17 | 1809-0354 | ATOS DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO (FURB)                    | A3 |
| P18 | 2359-2087 | EDUCA - REVISTA MULTIDISCIPLINAR EM EDUCAÇÃO           | B1 |
| P19 | 1806-5104 | REVISTA BRASILEIRA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS | A1 |
| P20 | 2316-9125 | COMUNICAÇÃO & EDUCAÇÃO                                 | A4 |

Fonte: Autora, 2023.

A relevância dos 20 periódicos pesquisados pode ser justificada com base em sua classificação, considerando o *qualis* e o número de publicações. Portanto, foram analisados 8.076 artigos nas áreas de Nanotecnologia e Meio Ambiente.

Com relação aos critérios de exclusão, não foram selecionadas revistas que estivessem relacionadas a áreas diferentes das ciências da natureza, que fossem publicadas em língua estrangeira, revistas com versões impressas ou jornais internacionais. A seleção foi restrita às revistas que atendiam especificamente aos critérios mencionados anteriormente, a fim de garantir a consistência na análise das publicações.

Este estudo restringiu-se à análise de artigos provenientes de periódicos brasileiros. Essa abordagem foi adotada considerando um dos principais objetivos da pesquisa, que visa identificar como os pesquisadores brasileiros estão contribuindo para o desenvolvimento das temáticas na educação básica do Brasil, com foco nas disciplinas de ciências da natureza (Química, Física e Biologia). Os resultados obtidos dessa análise são apresentados de maneira detalhada na seção 5 do trabalho.

## 4.2 Tipo de Pesquisa

De acordo com André (2001), nas duas últimas décadas, as pesquisas no campo da Educação no Brasil experimentaram substanciais transformações e avanços, em grande parte devido à expansão dos cursos de pós-graduação. Esse feito gerou muitos impactos e possibilidade de novas pesquisas e vertentes.

Conforme Zanette (2017) esclarece, os impactos decorrentes da influência das pesquisas qualitativas na área da educação têm suas raízes nas investigações originadas nas disciplinas das Ciências Sociais e Humanas em diversos países. No contexto brasileiro, entretanto, a abordagem qualitativa passou a ganhar proeminência nas metodologias de pesquisa a partir da década de 70, impulsionada pelas concepções e reflexões que ofereceram interpretações mais acuradas da realidade em contraposição às abordagens distorcidas.

As pesquisas na área de educação englobam uma vasta gama de questões. André (2001, p. 4) observa que as pesquisas qualitativas na área de educação no Brasil "foram profundamente

influenciadas pelos estudos realizados na área de avaliação de programas e currículos, assim como pelas novas perspectivas voltadas para a investigação escolar e da sala de aula."

A pesquisa qualitativa pode ser descrita como "um conjunto de práticas interpretativas que torna o mundo visível" (DENZIN; LINCOLN, 2011, p. 3). A característica fundamental desse método de pesquisa é a busca e obtenção de dados descritivos, ou seja, a compreensão de um fenômeno no contexto em que ele se insere.

Conforme apontado por Davolvo et al. (2008), a pesquisa qualitativa concentra-se na descrição da complexidade de problemas específicos e utiliza técnicas que auxiliam na classificação e compreensão dos processos dinâmicos envolvidos.

Conforme destacado por Neves (1996), o principal objetivo da pesquisa qualitativa é que o pesquisador compreenda os fenômenos a partir da perspectiva do objeto de estudo e das interpretações dos fenômenos investigados.

Por sua vez, Flick (2009) observa que existe uma ampla gama de métodos diferentes para abordar pesquisas qualitativas, o que, em certos momentos, pode tornar o cenário um tanto complexo. Em termos gerais, a pesquisa quantitativa é caracterizada pela mensuração em escala numérica, o que a diferencia da abordagem qualitativa (ROSENTAL; FRÉMONTIER-MURPHY, 2001).

É neste ponto que as abordagens qualitativas e quantitativas se diferenciam. De acordo com Paschoarell, Medola e Bonfim (2015), o que distingue os dois tipos de pesquisa é a maneira como eles abordam a realidade e a forma pela qual os dados são coletados, tratados e analisados.

Nesse contexto, esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa. Dentro desta pesquisa, é utilizada a abordagem de pesquisa documental, uma vez que um dos objetos de estudo desta dissertação são os livros didáticos de Química do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) destinados às escolas da rede pública brasileira.

#### **4.3 Abordagem da pesquisa**

A abordagem da pesquisa é caracterizada como documental, na qual livros didáticos foram empregados como objetos de estudo para coletar dados para a investigação.

Conforme a definição de Kripka *et al.* (2015), a pesquisa documental é caracterizada como um amplo exame de diversos materiais que ainda não foram submetidos a qualquer forma de análise, com o propósito de buscar interpretações adicionais ou informações complementares, conhecidas como documentos. Além disso, os documentos também podem ser reexaminados com o objetivo de obter novas informações a partir deles.

Cellard (2008), define os documentos como:

[...] o documento escrito constitui uma fonte extremamente preciosa para todo pesquisador nas ciências sociais. Ele é, evidentemente, insubstituível em qualquer reconstituição referente a um passado relativamente distante, pois não é raro que ele represente a quase totalidade dos vestígios da atividade humana em determinadas épocas. Além disso, muito frequentemente, ele permanece como o único testemunho de atividades particulares ocorridas num passado recente. (CELLARD, 2008, p. 295)

Além de representar uma fonte de informação extremamente valiosa, os documentos proporcionam uma ampla gama de informações ricas para aqueles que os analisam. Cechinel *et al.* (2016) ressaltam o uso de documentos, particularmente nas áreas das ciências humanas e sociais, dado que eles buscam enriquecer a compreensão do objeto de estudo em seu contexto histórico e sociocultural.

A contextualização histórica desempenha um papel significativo, uma vez que, por meio dos documentos, torna-se viável estudar e compreender os dados e informações presentes nos documentos da época. De acordo com Sá-Silva, Almeida e Guindani (2009), o uso de documentos na pesquisa proporciona a inclusão da dimensão temporal na compreensão dos aspectos sociais. Esse contexto histórico é fundamental para a realização de um recorte documental do período analisado e para entender o ambiente em que o documento foi produzido.

A análise documental envolve uma série de processos que, de acordo com Cechinel (2016), começa com uma avaliação preliminar do documento, considerando diversos aspectos, tais como contexto, autores, interesses, confiabilidade, natureza do texto e conceitos-chave.

Trevizan *et al.* (2014) destacam a relevância das análises documentais realizadas por pesquisadores em materiais didáticos, uma vez que essas análises possibilitam questionar o comportamento reflexivo dos professores com base no material didático com o qual trabalham. Eles também ressaltam a importância da colaboração de profissionais de diferentes áreas na identificação de inadequações nos materiais didáticos.

Por sua vez, Salge, Oliveira e Silva (2021) evidenciam que a qualidade e diversidade de informações provenientes de fontes documentais são fundamentais para garantir a profundidade e riqueza de detalhes extraídos na pesquisa.

#### **4.4 Objeto de estudo**

O instrumento de coleta de dados para a pesquisa documental consistiu nos livros didáticos "Química Ser Protagonista" (QSP) da Editora SM Educação. A coleta de dados abrangeu os textos e as questões contidas na coleção, considerando os triênios de 2012 a 2023

do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

**Figura 2.** Livros QSP: (A) PNLD 2012 – 2014; (B) 2015 – 2017; (C) PNLD 2018 – 2020; (D) 2021 – 2023



Fonte: SM Educação, 2023.

Em termos gerais, foram examinados quatro triênios nos quais a coleção foi distribuída e promovida pelo Ministério da Educação (MEC), pela Secretaria da Educação Básica (SEB) e pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). Esse intervalo abrange um período de doze anos de utilização da coleção como material didático nas escolas de educação básica em todo o território brasileiro.

A escolha pela coleção QSP se deu devido a sua ascensão dentro do PNLD, como pode ser visto na figura abaixo com o quantitativo de coleções distribuídas.

**Figura 3.** Distribuição dos livros da coleção QSP por triênio (2012 – 2018)



Fonte: Autora, 2023.

Conforme ilustrado na figura anterior, a coleção QSP ocupou a terceira posição a nível nacional durante o período de 2012 a 2014, ficando atrás das coleções "Química Martha Reis" e "Química Cidadã" de Gerson Mol. No triênio do PNLD 2015 a 2017, a coleção QSP superou a "Química Cidadã" e conquistou a segunda posição em termos de distribuição. Já no triênio de 2018 a 2020, o QSP finalmente alcançou o primeiro lugar, tornando-se a coleção mais amplamente distribuída em todo o território nacional. Infelizmente, não foram disponibilizados dados a nível nacional pelo FNDE para o triênio de 2021 a 2023. Dentro deste contexto, a tabela abaixo apresenta descrições gerais por livro e triênio.

**Tabela 4.** Descrições gerais de cada livro por triênio

| PNLD        | Código     | Volume | Páginas | Tipo              |
|-------------|------------|--------|---------|-------------------|
| 2012 - 2014 | 25174COL21 | 1      | 431     | Livro regular     |
|             |            | 2      | 448     | Livro regular     |
|             |            | 3      | 464     | Livro regular     |
| 2015 - 2017 | 27635COL21 | 1      | 320     | Livro regular     |
|             |            | 2      | 304     | Livro regular     |
|             |            | 3      | 280     | Livro regular     |
| 2018 - 2020 | 0074P18123 | 1      | 288     | Livro regular     |
|             |            | 2      | 272     | Livro regular     |
|             |            | 3      | 288     | Livro regular     |
| 2021 - 2023 | 0201P21203 | 1      | 257     | Novo Ensino Médio |
|             |            | 2      | 248     | Novo Ensino Médio |
|             |            | 3      | 267     | Novo Ensino Médio |

|  |            |       |     |   |
|--|------------|-------|-----|---|
|  |            | 4     | 235 | Novo Ensino Médio                         |
|  |            | 5     | 259 | Novo Ensino Médio                         |
|  |            | 6     | 251 | Novo Ensino Médio                         |
|  | 0048P21507 | Único | 168 | Projetos Integradores e Projeto de Vida   |
|  | 0051P21507 | Único | 176 | - Projetos Integradores e Projeto de Vida |

Fonte: Autora, 2023.

Como demonstrado na tabela anterior, foram analisados 17 livros, divididos da seguinte forma: 3 livros regulares (1ª a 3ª série) do PNLD 2012 a 2014; 3 livros regulares (1ª a 3ª série) do PNLD 2015 a 2017; 3 livros regulares (1ª a 3ª série) do PNLD 2018 a 2020; e 8 livros destinados ao PNLD 2021 a 2023. Dentre esses, 6 livros (Livro 1: "Composição e Estrutura dos Corpos," Livro 2: "Matéria e Transformações," Livro 3: "Energia e Transformações," Livro 4: "Evolução, Tempo e Espaço," Livro 5: "Ambiente e Ser Humano," e Livro 6: "Vida, Saúde e Genética") foram concebidos para o novo ensino médio de maneira regular. Além desses, foram analisados os 2 livros de Projetos Integradores da mesma editora, a saber: "Ser Protagonista – Projetos Integradores de Ciências da Natureza e suas Tecnologias" (Imagem A) e "Jovem Protagonista – Projetos Integradores de Ciências da Natureza e suas Tecnologias" (Imagem B).

**Figura 4.** Livros de projetos integradores: (A) Ser Protagonista e (B) Jovem Protagonista



Fonte: SM Educação, 2023.

A escolha de analisar e coletar dados dos livros de projetos integradores foi fundamentada na análise do site da Editora. Neste contexto, a editora destaca esses materiais

didáticos como obras que promovem o desenvolvimento de competências e habilidades essenciais para o século XXI. Além disso, a editora enfatiza a utilização de algumas metodologias, tais como a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), o equilíbrio entre texto didático, imagens, atividades e seções, bem como as seções "Entreviste," "Pesquise," "Construa" e "Experimente." Outros aspectos destacados são a cultura digital juvenil e a promoção do pensamento computacional e da cultura *maker*.

A coleta de dados foi conduzida por meio de análises individuais de cada obra de forma minuciosa. Cada livro demandou aproximadamente três semanas para ser analisado. Os livros do PNLD 2021 a 2023, dentre os materiais examinados, demandaram mais tempo de análise por dois motivos: a quantidade de livros presentes no triênio e as mudanças relacionadas ao Novo Ensino Médio, que impactaram a estrutura e a construção dos livros didáticos, rompendo totalmente com o padrão dos materiais anteriores.

#### **4.5 Procedimento de Análise**

O processo de análise dos livros didáticos seguiu três etapas distintas: pré-análise, exploração do material, tratamento dos resultados e interpretação. Essas etapas foram delineadas com base no método de Análise de Conteúdo proposto por Bardin (2011).

Conforme a definição de Bardin (2011), a Análise de Conteúdo é uma investigação que parte do que foi dito, construindo e apresentando concepções a partir de um objeto de estudo definido. Para que um material seja analisado por meio da Análise de Conteúdo de Bardin, ele deve passar por um processo rigoroso e crítico, percorrendo diversas etapas estabelecidas pela própria autora. Essas etapas compreendem a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados.

Com o objetivo de estruturar as várias etapas que compõem o procedimento de análise, o fluxograma apresentado abaixo ilustra o percurso do processo de análise do objeto de estudo, que são os livros didáticos dessa metodologia. Nesse contexto, a figura 5 apresenta o desenvolvimento esquematizado da pesquisa de maneira resumida.

Figura 5. Fluxograma do percurso metodológico



Fonte: Autora, 2023.

Nesse contexto, cada uma das etapas mencionadas anteriormente é apresentada de maneira específica e minuciosa. Dado que um dos objetivos específicos desta pesquisa é identificar lacunas na temática de Meio Ambiente e Nanotecnologia, todas as etapas foram conduzidas de maneira cuidadosa ao longo de um período de aproximadamente 13 meses.

#### A) ETAPA 1: PRÉ-ANÁLISE

Nesta etapa, desenvolve-se a fase inicial, que é a mais extensa do processo de análise. Trata-se da organização dos dados com o objetivo de constituir o corpus da pesquisa, ou seja, a seleção e organização dos livros didáticos que serão submetidos à análise.

O contato inicial nessa etapa ocorre por meio de uma leitura flutuante, conforme preconizado por Santos (2012). Essa leitura tem como objetivo estabelecer contato com os documentos a serem analisados e familiarizar-se com os textos e mensagens neles contidos. Bardin (2011) também destaca a importância do uso de indicadores e da elaboração de hipóteses e objetivos da pesquisa nesse método.

No contexto da Análise de Conteúdo, a leitura flutuante desempenha a função principal de reconhecer os textos e questões relacionados a Nanotecnologia e Meio Ambiente na coleção QSP por meio da codificação dos dados presentes no material didático. É relevante ressaltar que quando se menciona o "reconhecimento" das questões e textos, isso implica na realização de uma leitura minuciosa e detalhada de todos os dados e conteúdo dos livros didáticos.

A pré-análise é considerada concluída quando todas as questões e textos dos livros foram lidos e identificados. Aquelas que não apresentavam ocorrências relacionadas às duas temáticas foram descartadas, enquanto aquelas que se enquadravam nas características desejadas foram destacadas e encaminhadas para a segunda etapa do processo.

## **B) ETAPA 2: EXPLORAÇÃO DO MATERIAL**

Nessa fase, o corpus da pesquisa, composto pelo material analisado, foi estabelecido após uma análise inicial, iniciada com a leitura flutuante. O principal objetivo deste estágio é explorar de forma mais específica o material identificado na primeira etapa. Para isso, utilizam-se os Indicadores de Alfabetização Científica propostos por Pizarro (2014), os Eixos Temáticos em Química Ambiental propostos por Soares, Silva e Gonçalves (2021) e os Eixos Temáticos em Nanotecnologia, também propostos por Pereira, Soares e Silva (2023).

Durante a fase de exploração do material, inicia-se o estágio minucioso e pormenorizado conhecido como categorização. Segundo a descrição de Franco (2005), a categorização é definida como um processo de classificação dos elementos que compõem um conjunto, envolvendo a distinção inicial seguida da reorganização com base em semelhanças, de acordo com critérios preestabelecidos.

A primeira fase da exploração do material começou com a utilização dos Indicadores de Alfabetização Científica de Pizarro (2014), que incluem os seguintes componentes: articular ideias, argumentar, investigar, problematizar, escrever em ciências, ler em ciências, criar e atuar. Nessa exploração, foram empregados os descritores e definições elaborados por Pizarro em sua tese de doutorado. O processo de investigação e identificação dos indicadores de Alfabetização Científica no material analisado seguiu as diretrizes apresentadas na Tabela 1.

Sasseron e Carvalho (2011) ressaltam a relevância dos indicadores na construção da compreensão e conhecimento científico. Por meio desses indicadores, os alunos podem ser incentivados a desenvolver argumentos mais complexos, a adotar uma postura eficaz e a elaborar soluções para problemas específicos. Assim, os parâmetros têm como principal propósito demonstrar a aquisição dessas habilidades com base nos indicadores de alfabetização científica.

Além dos critérios supracitados, foram utilizados Eixos Temáticos em Química Ambiental, publicado e validado por Soares, Silva e Gonçalves (2021), no qual propõe a validação de um instrumento de avaliação para análise em materiais didáticos que garanta a uniformidade de análises posteriores na temática de química ambiental.

**Tabela 5.** Eixos Temáticos em Química Ambiental de Soares, Silva e Gonçalves (2021)

| <b>Eixo Temático</b> | <b>Definição</b>  | <b>Exemplos</b>  |
|----------------------|---|--|
| <b>Água</b>          | A água tem fundamental importância para a manutenção da vida no planeta, e, portanto, falar da relevância dos conhecimentos sobre a água, em suas diversas dimensões, é falar da sobrevivência da espécie humana, da conservação e do equilíbrio da biodiversidade e das relações de dependência entre seres vivos e ambientes naturais. (Bacci e Pataca, 2008).  | Ciclo da água, uso da água, tipos de água (doce e salgada), estados físicos da água, distribuição da água etc. |
| <b>Agricultura</b>   | Denomina-se agricultura, um sistema produtivo que garanta manutenção a longo prazo dos recursos naturais e da produtividade agrícola, com o mínimo de impacto adversos ao ambiente, satisfação das necessidades humanas de alimentos e otimização da produção das culturas com o mínimo de insumos químicos. (Ehlers, 1999).  | Fertilizantes, cultivo de plantas, agrotóxicos, solo, alimentos, produção agrícola etc.                        |
| <b>Energia</b>       | Energia é um ingrediente essencial para o desenvolvimento, que é uma das aspirações fundamentais da população, seja a partir de energia renovável ou não renovável. Os processos utilizados nos dias de hoje nos setores de transporte, industrial e residencial foi desenvolvida numa época de energia abundante e barata e quando as preocupações ambientais ou não existiam ou eram pouco compreendidas. (Goldemberg, 2000).             | Biocombustíveis, energia renovável e não renovável, petróleo, energia nuclear etc                              |
| <b>Indústria</b>     | A indústria, é definida pelo grupo de empresas voltadas para a produção de mercadorias que são substituídas próximas entre si e, dessa forma, fornecida a um mesmo mercado, representa um conjunto de atividades que guardam algum grau de correlação técnico-produtiva, constituindo um conjunto de empresas que operam métodos produtivos semelhantes, incluindo-se em uma mesma base tecnologia. (Dantas, Kertsnetzky e Prochnik, 2002). | Petroquímica, indústria alcooleira, metalúrgica, siderúrgica etc.  |

|                 |  |  |
|-----------------|--|--|
| <b>Lixo</b>     | É denominado lixo, os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis. Normalmente, apresentam-se sob estado sólido, semi-sólido ou semilíquido. (Jardins e Wells, 1995)    | Coleta seletiva, reciclagem, plástico, descarte incorreto do lixo etc. |
| <b>Poluição</b> | A poluição é entendida como uma condição do entorno dos seres vivos (ar, água, solo) que lhes possa ser danosa. As causas da Poluição são atividades humanas que, no sentido etimológico, “sujam” o meio ambiente. (Sánchez, 2015) | Poluição hídrica, atmosférica, sonora, desastres etc.                  |

Fonte: SOARES, SILVA E GONÇALVES, 2021, p. 102.

As autoras desenvolveram os eixos temáticos com base em estudos quantitativos, visando avaliar a consistência e confiabilidade do instrumento criado. Os resultados da pesquisa demonstraram que o instrumento é válido para a avaliação de questões relacionadas a temas de química ambiental em livros didáticos.

Os Eixos Temáticos em Nanotecnologia (ETNs) seguem a mesma estrutura dos Eixos Temáticos em Meio Ambiente, incluindo a definição dos eixos, os conteúdos que podem ser identificados e suas respectivas palavras-chave.

O instrumento de análise é composto por seis Eixos Temáticos em Nanotecnologia, desenvolvidos com base em uma revisão da literatura e abrangendo os principais tópicos relacionados ao conteúdo. A tabela a seguir apresenta a proposta desses eixos.

**Tabela 6.** Eixos Temáticos em Nanotecnologia

| <b>Eixo Temático</b>                   | <b>Definição</b>  | <b>Exemplos</b>  |
|--|---|--|
| História e conceitos em Nanotecnologia | História da nanotecnologia; definição; evolução cronológica; contribuições de pessoas e cientistas ilustres. Métodos de caracterização; Nanopartículas e Métodos de preparação; propriedades; classificação; e aplicações (onde são encontradas). | Definição da palavra – o termo nano; Nanotubo de carbono, fulerenos, nanopartículas isotropicas e anisotropicas etc.   |
| Saúde                                  | Tratamento e diagnóstico de doenças; produção e uso de medicamentos; produção de materiais hospitalares; produção e uso de cosméticos.  | Tratamento de câncer; nanosensores, nano robotes, vetores de fármacos, produtos bactericidas, embalagens inteligentes. |
| Fontes Energéticas                     | Evolução de materiais; novos tipos de energia   | Consumo de energia; uso de fontes renováveis.  |
| Meio ambiente                          | Elaboração e uso de nanomateriais para fins ambientais  | Tratamento de efluentes,   |
| Tecnologia                             | Elaboração, desenvolvimento e uso de  | Smartphones, chips,  |

|                  |   |                                       |
|------------------|---|---------------------------------------|
|                  | dispositivos tecnológicos.  | processadores, sistemas educacionais. |
| Pontos Negativos | Pontos negativos referentes ao uso da nanotecnologia na sociedade |                                       |

Fonte: (AUTORA, 2023; PEREIRA; SOARES; SILVA, 2023)

A utilização de indicadores e eixos temáticos é fundamental para avaliar o potencial de alfabetização científica e a presença de tópicos específicos relacionados a Nanotecnologia e ao Meio Ambiente. Além de simplesmente incorporar conteúdos contextualizados, é de extrema importância reconhecer e integrar a escrita e leitura científica nos materiais didáticos, bem como promover a diversidade de opiniões e o desenvolvimento do pensamento crítico.

Nesse contexto, os indicadores de alfabetização científica se apresentam como recursos valiosos, capazes de enriquecer o processo de alfabetização científica. Da mesma forma, os eixos temáticos desempenham um papel relevante, visando apoiar profissionais e pesquisadores na identificação e abordagem de temas centrais relacionados a ambas as temáticas, enfatizando a importância de uma abordagem equilibrada e holística ao tratar dessas questões, tanto em trabalhos acadêmicos quanto em ambientes de ensino.

### **C) ETAPA 3: TRATAMENTO DOS RESULTADOS**

Na etapa subsequente, procede-se ao tratamento dos dados coletados, a fim de conferir significado a eles. O tratamento dos dados foi executado utilizando o software Excel, onde a análise foi realizada de forma individual, considerando os dados por triênio e série.

Durante essa etapa, todos os dados obtidos nas fases anteriores foram categorizados e organizados em uma planilha do Excel. Isso permitiu o acesso individualizado a cada Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), bem como a identificação de qual livro, capítulo, unidade e página estavam associados a um determinado eixo temático e qual indicador específico estava sendo referenciado. Como destacado por Bardin (1977), a importância da organização rigorosa da pesquisa é essencial, uma vez que a qualidade dessa organização é fundamental para a interpretação e análise abrangente dos dados obtidos.

É relevante ressaltar que, além da análise aprofundada e da definição adequada do corpus de estudo, a organização desempenha um papel crucial. Quaisquer falhas no processo de análise podem resultar em equívocos que comprometem todo o processo de investigação do objeto de estudo. É por meio do tratamento dos dados que se torna possível identificar potenciais lacunas no processo de alfabetização científica nas temáticas de Nanotecnologia e Meio Ambiente.

## SEÇÃO 5: ENSINO DE NANOTECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Nesta seção, são apresentados os resultados obtidos do Estado da Arte e da Revisão Sistemática da Literatura (RSL) realizados, abordando as temáticas de Nanotecnologia e Meio Ambiente. Além disso, são apresentados os resultados da análise dos livros didáticos da coleção "Química Ser Protagonista" do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) referentes ao período de 2012 a 2021.

Os procedimentos dessa seção são divididos em: 5.1 – CATEGORIA 1 - Levantamento nos periódicos Qualis de 2012 a 2022; e 5.2 CATEGORIA 2 - Levantamento da temática nos livros didáticos de Química - Ser Protagonista PNLD 2012 a 2021.

### 5.1 CATEGORIA 1 - Levantamento nos periódicos Qualis de 2012 a 2022

Nesta etapa, apresentam-se os resultados do levantamento realizado acerca das temáticas de nanotecnologia e meio ambiente. Com o propósito de compreender essas duas áreas de estudo por meio da análise de artigos publicados em periódicos brasileiros, foram selecionados 20 periódicos, classificados de P1 a P20, abrangendo as áreas de avaliação em química, ciências e educação, conforme a classificação referente ao quadriênio 2017-2020 da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

A tabela a seguir apresenta a distribuição do número de artigos analisados em relação à temática da Nanotecnologia ao longo do período de 2012 a 2022 nos 20 periódicos previamente selecionados.

**Tabela 7.** Levantamento bibliográfico sobre Nanotecnologia

| PERIÓDICO | ANO DA PUBLICAÇÃO |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | TOTAL |
|-----------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|           | 2012              | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |       |
| P1        | X                 | X    | X    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 01    |
| P2        | X                 | X    | X    | X    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 00    |
| P3        | X                 | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    | 0    | 0    | 0    | 00    |
| P4        | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 00    |
| P5        | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | X    | 01    |
| P6        | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 00    |
| P7        | X                 | X    | X    | X    | X    | X    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 01    |
| P8        | X                 | X    | X    | X    | X    | X    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 00    |
| P9        | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 00    |
| P10       | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 00    |
| P11       | X                 | X    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 00    |
| P12       | X                 | X    | X    | X    | X    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 00    |
| P13       | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 00    |
| P14       | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 01    |
| P15       | 1                 | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 04    |
| P16       | 0                 | 2    | 1    | 2    | 3    | 2    | 2    | 3    | 2    | 3    | 5    | 25    |

|     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| P17 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 00        |
| P18 | X         | X         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 00        |
| P19 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 01        |
| P20 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 00        |
|     | <b>01</b> | <b>02</b> | <b>02</b> | <b>03</b> | <b>04</b> | <b>03</b> | <b>02</b> | <b>06</b> | <b>03</b> | <b>03</b> | <b>05</b> | <b>34</b> |

Fonte: Autora, 2023.

X = Não houve publicações ou edições nesse ano pela revista

0 = sem publicações sobre a temática

≥ 1 = quantidade de publicações sobre a temática

É perceptível que a temática em análise se caracteriza por uma limitada quantidade de publicações. Dentro do conjunto de vinte revistas selecionadas, treze delas nunca incluíram qualquer trabalho relacionado à Nanotecnologia, apesar de possuírem critérios de avaliação nos domínios da química, educação e ensino. Notavelmente, a Revista Virtual de Química (RVQ) se destaca com um total de 25 publicações, correspondendo a 73,5% do conjunto total de publicações. Adicionalmente, o ano de 2019 se evidencia como aquele em que a temática alcançou o maior volume de publicações, ainda que a disparidade em relação aos outros anos seja relativamente insignificante.

A tabela 8 apresenta os dados coletados na pesquisa relacionada à temática do Meio Ambiente, mantendo os mesmos critérios de avaliação anteriormente mencionados.

**Tabela 8.** Levantamento bibliográfico sobre Meio Ambiente

| PERIÓDICO | ANO DA PUBLICAÇÃO |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | TOTAL      |
|-----------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|           | 2012              | 2013      | 2014      | 2015      | 2016      | 2017      | 2018      | 2019      | 2020      | 2021      | 2022      |            |
| P1        | X                 | X         | X         | 0         | 1         | 1         | 6         | 2         | 2         | 3         | 2         | 17         |
| P2        | X                 | X         | X         | X         | 0         | 2         | 1         | 1         | 15        | 3         | 2         | 24         |
| P3        | X                 | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X         | 0         | 1         | 0         | 01         |
| P4        | 1                 | 1         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 2         | 1         | 3         | 0         | 09         |
| P5        | 1                 | 1         | 4         | 1         | 0         | 7         | 10        | 6         | 3         | X         | X         | 33         |
| P6        | 1                 | 1         | 3         | 1         | 1         | 3         | 2         | 1         | 2         | 0         | 0         | 15         |
| P7        | X                 | X         | X         | X         | X         | X         | 0         | 1         | 1         | 2         | 0         | 04         |
| P8        | X                 | X         | X         | X         | X         | X         | 1         | 1         | 8         | 0         | 0         | 10         |
| P9        | 1                 | 1         | 1         | 2         | 0         | 0         | 3         | 3         | 1         | 2         | 2         | 16         |
| P10       | 14                | 23        | 15        | 13        | 19        | 27        | 47        | 25        | 35        | 33        | 50        | 301        |
| P11       | X                 | X         | 0         | 0         | 0         | 3         | 2         | 1         | 0         | 1         | 0         | 07         |
| P12       | X                 | X         | X         | X         | X         | 0         | 0         | 2         | 1         | 0         | 0         | 03         |
| P13       | 0                 | 1         | 2         | 5         | 4         | 1         | 0         | 2         | 3         | 1         | 4         | 23         |
| P14       | 5                 | 8         | 5         | 3         | 10        | 5         | 6         | 5         | 5         | 9         | 3         | 64         |
| P15       | 1                 | 2         | 3         | 3         | 2         | 5         | 3         | 5         | 3         | 2         | 13        | 42         |
| P16       | 3                 | 1         | 13        | 3         | 6         | 8         | 5         | 1         | 5         | 3         | 3         | 51         |
| P17       | 0                 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 01         |
| P18       | X                 | X         | 1         | 1         | 0         | 0         | 0         | 1         | 1         | 0         | 1         | 05         |
| P19       | 4                 | 2         | 8         | 1         | 2         | 1         | 0         | 1         | 2         | 3         | 2         | 26         |
| P20       | 1                 | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 1         | 04         |
|           | <b>32</b>         | <b>41</b> | <b>55</b> | <b>35</b> | <b>45</b> | <b>63</b> | <b>87</b> | <b>61</b> | <b>88</b> | <b>66</b> | <b>83</b> | <b>656</b> |

Fonte: Autora, 2023.

No que concerne à temática do Meio Ambiente, é evidente o substancial aumento de

publicações nessa área, em comparação com a Nanotecnologia. Em termos gerais, foram identificados 656 artigos publicados, o que representa 95,07% do total de artigos analisados. Destaca-se a Revista Ambiente & Educação como a principal fonte de publicação, contribuindo com 301 artigos, correspondendo a 45,8% do total de publicações.

Conforme demonstrado nas tabelas anteriores, o número total de artigos identificados para ambas as temáticas atingiu 690. Esse valor representa 8,54% do conjunto de todos os artigos contidos nas revistas analisadas. Além disso, foi possível discernir a distribuição quantitativa entre as duas temáticas, com 656 artigos relacionados ao Meio Ambiente, correspondendo a 95,07%, e 34 artigos abordando a temática da Nanotecnologia, o que equivale a 4,92%.

A partir dos dados observados, torna-se evidente que a quantidade de artigos publicados nas duas temáticas não é homogênea. Mais da metade dos artigos identificados pertence à área do Meio Ambiente, enquanto menos de 6% estão relacionados à Nanotecnologia. Essa disparidade entre as duas temáticas pode ser justificada pelo desenvolvimento histórico de cada uma delas.

Historicamente, as questões relacionadas ao meio ambiente têm sido objeto de estudo há mais tempo em comparação à Nanotecnologia. Tal fato pode ser corroborado, inclusive, ao examinar os cinco primeiros anos de análise da temática de Meio Ambiente. Dimer *et al.* (2013) ressalta que países como o Japão, os Estados Unidos e a Comunidade Europeia lideram as pesquisas no âmbito da Nanotecnologia e Nanociência. O autor também destaca que o Brasil está em processo de desenvolvimento nessa área, quando comparado a outras grandes potências.

### **5.1.1 ANALISANDO OS ARQUIVOS SUPRACITADOS NA TEMÁTICA DE NANOTECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE**

Com o propósito de analisar a ênfase presente nas pesquisas mais recentes relacionadas a ambas as temáticas, empreendeu-se uma avaliação dos artigos publicados nas áreas referidas, a partir dos dados fornecidos nas tabelas anteriores.

No que concerne à temática da Nanotecnologia, identificaram-se 34 artigos pertinentes ao tema. Contudo, apenas 8 deles se concentraram na esfera da educação. Os 26 artigos remanescentes se dedicaram à exploração experimental da Nanotecnologia, direcionando seu foco exclusivamente para aspectos metodológicos, com ênfase nas etapas de síntese e caracterização de nanopartículas.

A tabela abaixo, relaciona os periódicos analisados (coluna 1), o título do artigo publicados (coluna 2), o ano de publicação (coluna 3), os autores e o quantitativo (coluna 4), o

objetivo da pesquisa de cada artigo publicado identificada dentro de cada metodologia de cada artigo (coluna 5) e por fim, os sujeitos envolvidos em cada trabalho publicado (coluna 6).

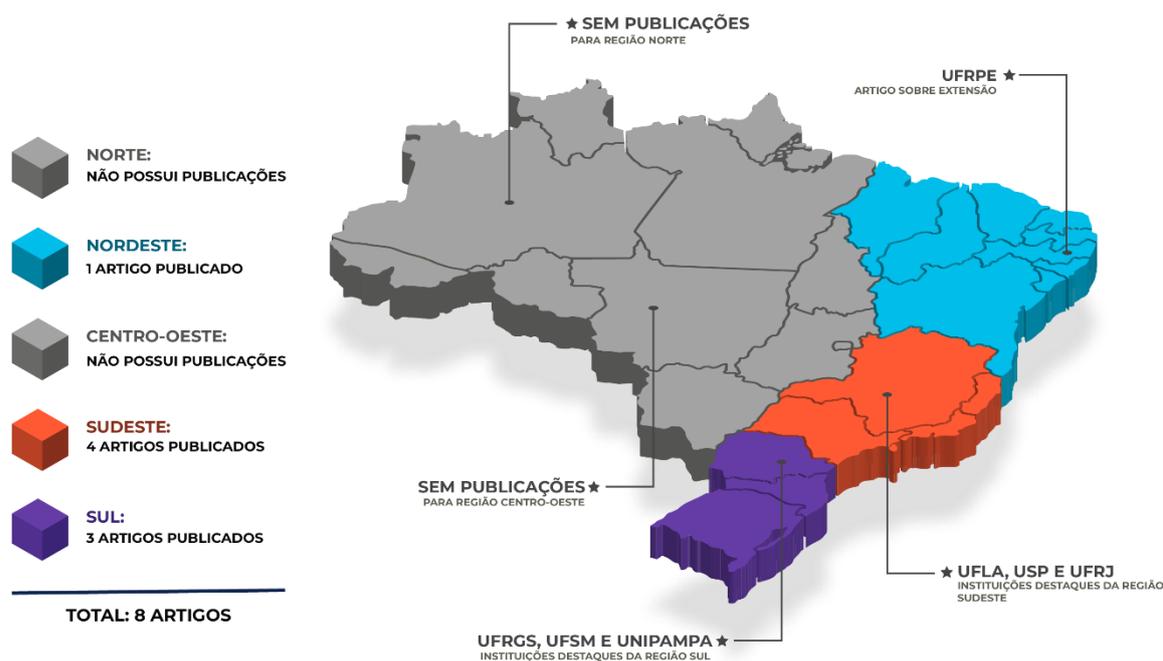
**Tabela 9.** Artigos de Nanotecnologia encontrados no levantamento bibliográfico, autores e ano de publicação

| Periódico       | Artigo  | Ano  | Autores   | Objetivo de Pesquisa   | Sujeitos  | Enfoque     |
|-----------------|---|------|---|--|---|-------------|
| P01<br>SUDESTE  | Investigando a Mobilização de Saberes Docentes em Propostas de Ensino Sobre Nanociência e Nanotecnologia  | 2019 | Silva, P. R. da, & Lopes, J. G. S.  | Analisar os Saberes Docentes mobilizados por professores na construção de propostas de ensino sobre Nanociência e Nanotecnologia | Professores da área de Ciências da Natureza (Duas de Química e duas de ciências)        | Qualitativo |
| P05<br>SUDESTE  | NANOTECNOLOGIA NA ESCOLA: POSSIBILIDADES E DESAFIOS   | 2019 | Lee Jing, Lee Ning, Lee J. Yun, Kathia M. Honorio, Fabiana C. Pioker, Agnaldo Arroio, Simone A. de A. Martorano e Miriam Sannomiya                | Avaliação de uma atividade para o ensino de nanotecnologia a partir do uso de uma ferramenta tecnológica (site)                  | Alunos dos 6º e 7º anos do ensino fundamental 2   | Qualitativo |
| P07<br>SUL      | Nanoestruturas em cosméticos: O que pensam estudantes de um curso técnico e as implicações da Ciência e Tecnologia nos produtos que utilizam nanoestruturas                       | 2020 | CANTILIANO PEREZ, L.; DUSO, L.; GUADAGNINI, P. H.; LINDEMANN, R.  | Processo de reflexão e debate sobre o consumo de nanocosméticos em seu cotidiano   | Estudantes de um curso Técnico em Estética  | Qualitativo |
| P14<br>SUL      | Ensino de Nanociência e Nanotecnologia: perspectivas manifestadas por professores da educação básica e superior   | 2019 | TOMKELSKI, Mauri Luís; SCREMIN, Greice; FAGAN, Solange Binotto  | Análise de documentos legais das áreas de N&N, a partir da análise de conteúdo de Bardin   | Professores de matemática e de ciências da natureza dos ensinos médio e superior        | Qualitativo |
| P15<br>SUDESTE  | Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA   | 2012 | Gabriel A. F. Rebello, Mécia de M. Argyros, Wallace L. L. Leite, Mayke M. Santos, José C. Barros, Paula M. L. dos Santos e Joaquim F. M. da Silva | Desenvolvimento de um experimento sobre preparação de nanopartículas magnéticas  | Alunos da 1ª série do ensino médio  | Qualitativo |
| P15<br>SUDESTE  | Desenvolvendo Habilidades e Conceitos de Nanotecnologia no Ensino Médio por Meio de Experimento Didático Envolvendo Preparação e Aplicação de Nanopartículas Super paramagnéticas | 2015 | Rodolfo A. Tasca, José R. L. de Almeida, Delmarcio G. da Silva, Fernando M. de Melo e Henrique E. Toma  | Desenvolvimento de um experimento sobre preparação de nanopartículas super paramagnéticas  | Alunos do 2º ano do ensino médio  | Qualitativo |
| P16<br>SUL      | Experimentação como Estratégia para Abordar a Temática Nanotecnologia no Ensino Médio numa Perspectiva CTSA   | 2021 | Geni dos S. Maria; Daniel das C. A. Ribeiro; Camila G. Passos; Maria do C. M. Alves   | Proposta de atividades práticas de síntese utilizando materiais de baixo custo e geração de resíduos inócuos                     | 1º ano do ensino médio noturno de uma escola pública estadual da cidade de Porto Alegre | Qualitativo |
| P19<br>NORDESTE | Estudo de Público sobre Aprendizagens Genéricas Promovidas por uma Exposição de Nanotecnologia em Pernambuco  | 2017 | Carina S. de Moraes, Helaine S. Ferreira  | Mapear as aprendizagens amplas do público em visita a uma exposição sobre nanociência e nanotecnologia                           | Público que visitou o museu   | Qualitativo |

Fonte: Autora, 2023.

Através da tabela acima, é possível discernir informações de relevância significativa. A ausência de uma abordagem quantitativa em pesquisas relacionadas à Nanotecnologia, particularmente no contexto de publicações com visão pedagógica, não surpreende. Entretanto, é importante destacar que, dos oito artigos identificados, seis deles foram publicados nos últimos cinco anos, indicando um aumento do interesse na temática, especialmente a partir do ano de 2019.

**Figura 6.** Regiões brasileiras e publicações em Nanotecnologia e ensino



Fonte: Autora, 2023.

Outro aspecto apresentado à análise e fornecido na representação gráfica supracitado é a procedência geográfica dos pesquisadores que vieram a publicar trabalhos na área da Nanotecnologia com uma abordagem na educação. No que diz respeito às publicações dos jornais P01, P05 e P15, estas têm origem em investigações conduzidas na região Sudeste do Brasil, com concentração nos estados de São Paulo (2), Minas Gerais (1) e Rio de Janeiro (1), o que equivale a 50% do total de publicações. Quanto aos periódicos P07, P14 e P16, estes são oriundos da região Sul, sendo todas provenientes de pesquisadores do estado do Rio Grande do Sul, totalizando 37,5% das publicações gerais. Ressalta-se que o periódico P19 representa a única contribuição publicada por um pesquisador da região Nordeste, sendo o único trabalho que direciona sua abordagem à educação por meio de atividades de extensão em museus, com um foco na educação informal. As regiões Norte e Centro-Oeste não se apresentam nessas publicações.

No que diz respeito aos sujeitos envolvidos, identificaram-se quatro tipos de perfis distintos: alunos do ensino médio (3), professores da educação básica (2), alunos do ensino fundamental (1), alunos do ensino técnico (1) e o público em geral (1).

Adicionalmente, vale ressaltar os objetivos de pesquisa, obtidos através da análise da metodologia de cada artigo. Foi possível constatar que a maior ênfase entre os materiais publicados é na concepção de atividades experimentais direcionadas aos alunos da educação básica, com destaque para o desenvolvimento de nanopartículas magnéticas, abrangendo 37,5% do total. O segundo foco concentra-se na investigação dos saberes docentes em Nanotecnologia e Nanociência, com duas publicações (25%). As demais três publicações abordam a análise de documentos com alunos de cursos técnicos, a proposição de uma sequência didática e a elaboração de uma atividade informal baseada em uma exposição em museu.

Todos os artigos de natureza quantitativa relacionados à Nanotecnologia, dentre as revistas selecionadas, são fornecidos exclusivamente pela Revista Virtual de Química da Sociedade Brasileira de Química. Esse resultado era previsível, uma vez que, dentre todas as revistas escolhidas, essa publicação não se concentra nas áreas de educação e ciências. Embora haja conteúdo específico para o ensino médio e o ensino, percebe-se que o foco principal da revista reside na abordagem experimental relacionada ao tema em questão.

A maioria dos artigos de natureza qualitativa na área de Nanotecnologia envolve revisões da literatura sobre nanotubos de carbono, caracterização de nanomateriais, visão geral e avaliação de nanopartículas.

No que diz respeito à temática do Meio Ambiente, foram identificados 656 artigos no período de 10 anos. Contudo, uma análise detalhada de todos esses materiais seria impraticável. Portanto, a ênfase nas pesquisas mais recentes sobre o Meio Ambiente recairá sobre o ano de 2022, abordando os 83 artigos publicados nesse intervalo temporal.

Dentre os 83 artigos disponíveis, apenas 43 foram objeto de análise aprofundada. Durante a investigação desses artigos, tornou-se evidente que nem todas as publicações apresentavam um foco em química ou ciências. Portanto, a pesquisa se limitou a 43 publicações pertinentes. A tabela a seguir relaciona os periódicos examinados.

**Tabela 10.** Artigos de Meio Ambiente encontrados no levantamento bibliográfico, autores e ano de publicação

| Periódico       | Artigo   | Ano  | Autores  | Objetivo de Pesquisa   | Sujeitos   | Enfoque     |
|-----------------|--|------|--|--|--|-------------|
| P1<br>SUL       | O Ensino de Química Voltado à Educação Sexual e Ambiental a partir da Temática dos Anticoncepcionais   | 2022 | Eduarda Boing Pinheiro, Fernanda Luiza de Faria, Renata Orlandi      | Dialogar sobre o ensino de química na perspectiva dos direitos humanos, delinea-se neste trabalho a sistematização de uma sequência didática dedicada à promoção da educação sexual e ambiental a partir da problematização da adesão aos anticoncepcionais hormonais como método contraceptivo. | Alunos do 3º ano do Ensino Médio   | Qualitativo |
| P1<br>SUL       | Educação Ambiental no Ensino de Química: Revisão de Práticas Didático-Pedagógicas sobre Pilhas e Baterias no Ensino Médio  | 2022 | Eliane Giselle Silva, Shalimar Calegari Zanatta, Marcia Regina Royer | Analisar práticas de sala de aula na área de Química, especialmente sobre pilhas e baterias  | Periódicos, foi uma revisão da literatura                                      | Qualitativo |
| P2<br>SUL       | Uma investigação sobre a incorporação da educação ambiental nos currículos do curso de ciências biológicas   | 2022 | Daniela de Almeida dos Santos e Adriana Massaê Kataoka               | Analisar dois currículos do curso de Ciências Biológicas, um do Ensino Superior Público e outro do Ensino Superior Privado   | Análise Documental   | Qualitativo |
| P2<br>SUL       | Investigando as concepções de professores de química sobre educação ambiental  | 2022 | Jan Furtado Saar e Fernanda Luiza de Faria                           | Entrevistas foram gravadas em áudio para posterior transcrição, os dados foram organizados em categorias definidas   | Oito professores de Química que lecionam em Ensino Médio de colégios estaduais | Qualitativo |
| P9<br>NORTE     | Análise de conteúdo de livros didáticos do PNLD 2020 sobre Educação Ambiental  | 2022 | Pablo Rômulo Gonçalves de Sousa, Lidianne Salvatierra                | Utilizou o método de pesquisa bibliográfica e da Análise de Bardin para avaliar sete dos doze livros discriminados no PNLD 2020 com relação às temáticas da Educação Ambiental abordadas no nono ano do Ensino Fundamental   | Livros didáticos do PNLD 2020 para o 9º ano do Ensino Fundamental              | Qualitativo |
| P10<br>SUL      | Mapeamento de trabalhos sobre temas socioambientais  | 2022 | Eril Medeiros da Fonseca, Leandro Duso                               | A partir de uma abordagem qualitativa, realizou-se um levantamento nas atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)   | Análise de conteúdo a partir da Pesquisa Documental                            | Qualitativo |
| P10<br>NORDESTE | Relação entre florestas e produção de água: diálogos entre conhecimento tradicional quilombola e conhecimento científico como referência para a educação escolar | 2022 | Maria Aparecida da Silva Andrade, Rosiléia Oliveira de Almeida       | Investigar a relação entre a presença/ausência de floresta com a produção de água, buscando identificar os argumentos que eles utilizam para justificar essa relação, bem como a aproximação desses argumentos com conceitos científicos.  | Moradores dos quilombos Dandá, Santa Maria e Guerreiro                         | Qualitativo |
| P10<br>NORDESTE | A Educação Ambiental nos ventos do Ecoturismo: um olhar a partir das práticas  | 2022 | Maria José Farias da Silva, Carmen Roselaine de                      | O trabalho de campo foi realizado na Secretaria de Meio Ambiente,  | Alunos do 6º ano do ensino fundamental   | Qualitativo |

|                  |   |      |  |  |  |                              |
|------------------|---|------|--|--|--|------------------------------|
|                  |   |      | Oliveira Farias, Rita Paradedda Muhle  | Sustentabilidade e Desenvolvimento Rural de Bonito, acompanhando as práticas educativas conduzidas em duas escolas: o Colégio Municipal Paulo Queiroz, localizado na cidade; e a Escola Municipal Bernardo Sayão, na zona rural do município. Nesses espaços, tivemos a oportunidade de observar e interagir com alunos e professoras de duas turmas do 6º ano.                                  |  |                              |
| P10 SUDESTE      | Diálogos entre a Educação Ambiental e a aprendizagem baseada em problemas: uma proposta de intervenção sobre o uso da água com estudantes do Ensino Fundamental | 2022 | Daniela Faria de Souza, Francisca Marli Rodrigues de Andrade                       | Conhecer as potencialidades da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), associada à Educação Ambiental, para abordagem da gestão hídrica com estudantes do ensino fundamental.   | Alunos do Ensino Fundamental                     | Qualitativo                  |
| P10 SUDESTE      | Análise de livros didáticos da EJA sob o olhar da Educação Ambiental Crítica: existe transversalidade?  | 2022 | Fabiola Andrade, Teo Bueno de Abreu, Pedro Hollanda Carvalho                       | Livros didáticos PNLD-EJA 2014-2016, que compreendem todas as disciplinas do currículo do ensino fundamental II, do 6º ao 9º ano de escolaridade   | Livros didáticos PNLD-EJA 2014-2016              | Qualitativo                  |
| P10 SUDESTE      | Educação Ambiental no Ensino Superior: reflexões sobre uma disciplina a partir da produção discente   | 2022 | Daniel Fonseca de Andrade, Tainá Figueroa Figueiredo, Aline Silva Machado          | Levantar os conteúdos oferecidos pela disciplina que foram mencionados pelos estudantes em seus trabalhos finais   | Análise de TCC de alunos no Ensino superior      | Qualitativo                  |
| P10 CENTRO-OESTE | Clima, desastres e a ciência cidadã na convivência entre o ver e o não ver  | 2022 | Giselly Rodrigues das Neves Silva Gomes, Rachel Trajber, Victor Marchezini         | participação de estudantes cegos e com baixa visão no Projeto Dados à Prova d'Água e refletir sobre os desafios e as aprendizagens vivenciadas por eles  | Alunos cegos do Icemat                           | Qualitativo                  |
| P10 CENTRO-OESTE | Educomunicação socioambiental e pandemia  | 2022 | Marcela Cristiane Ribeiro Brito, Ronaldo Eustáquio Feitoza Senra, Thiago Cury Luiz | Desenvolvimento de processos formativos sobre produção comunicacional e as questões ambientais contemporâneas, e na intervenção nesta escola de periferia de Cuiabá-MT.  | Alunos do 5º ano ao 9º ano do Ensino fundamental | Qualitativo                  |
| P10 SUDESTE      | Experiências em educações ambientais nos encontros de dois geógrafos ecologistas  | 2022 | Soler Gonzalez, Rodrigo Barchi   | Tendo como foco principal as atividades realizadas durante a presença do educador paulista na cidade de Vitória, no Estado do Espírito Santo, durante uma série de eventos ligados a um Programa de Pós-Graduação em Educação, esse texto se divide em duas seções, sendo a primeira o relato do pesquisador anfitrião e organizador das atividades, o segundo relato, o do professor visitante. | Professores do ensino superior                   | Qualitativo                  |
| P10 SUDESTE      | O perfil dos pesquisadores brasileiros em Educação Ambiental  | 2022 | Stefania Fachina, Thales Haddad Novaes de  | Os pesquisadores que possuem os seus artigos publicados na Revista Pesquisa  | Pesquisadores brasileiros em                     | Quantitativa não estatística |

|              |   |      |   |  |   |                                       |
|--------------|---|------|---|--|---|---------------------------------------|
|              |   |      | Andrade   | em Educação Ambiental (REVIPEA), entre os anos de 2010 a 2019  | Educação Ambiental (EA)   |                                       |
| P10 NORDESTE | Uma análise da Educação Ambiental no contexto formativo de um curso técnico em meio ambiente em São Luís-MA                               | 2022 | Carlos Erick Brito de Sousa, Julio Cesar Coimbra de Oliveira Arruda                         | A pesquisa é qualitativa, contemplando a análise de documentos e realização de entrevistas com docentes do curso.  | Docentes do Curso Técnico de Meio Ambiente em São Luís – MA   | Qualitativo                           |
| P10 NORDESTE | Educação Ambiental no processo formativo de professores: Nunca vi, nem vivi, eu só ouço falar   | 2022 | Alexsandro Ferreira de Souza Silva, Thais Mendes dos Santos                                 | O questionário contou com 3 questões relacionadas ao que os cursistas concebiam por Educação Ambiental, e outras duas relacionadas ao contado que estes tiveram com a EA tanto na educação básica como na graduação  | Professores (4 Licenciados em Ciências Biológicas, 2 Pedagogos, 1 Bibliotecária, 1 Licenciada em Língua Portuguesa) | Qualitativo                           |
| P10 SUDESTE  | Panorama da Inclusão dos conceitos de Química Verde nas Licenciaturas em Química dos Institutos Federais                                  | 2022 | Lucas de Souza Gomes, Júlia Régis de Andrade, Ana Beatriz Alves Leal, Renata Cristina Nunes | A formação de profissionais de Química, incluindo professores, deve incluir a QV. Este artigo tem como objetivo fornecer uma visão geral da inclusão de conceitos relacionados à QV nas Licenciaturas em Química oferecidas pelos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. | Licenciaturas em Química oferecidas pelos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia                     | Qualitativa descritiva                |
| P10 SUL      | Cartas Pedagógicas como estratégia didática e prática de formação sensível de professores/as para uma Educação Estético-Ambiental         | 2022 | Francéli Brizolla, Cristina Cardoso   | intervenção pedagógica ocorrida na disciplina “Tópicos de educação estético-ambiental”, nos cursos de Licenciaturas Línguas Adicionais: Inglês, espanhol e respectivas literaturas e Química, da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA).   | Ensino superior   | Qualitativo                           |
| P13 SUL      | Estratégias de educação ambiental sobre o tema “agrotóxicos”: Revisão sistemática   | 2022 | Cristiane de Azevedo Druciak, Ana Tiyomi Obara  | Este estudo teve como objetivo identificar e discutir as pesquisas de Educação Ambiental realizadas no Brasil, publicadas em dissertações e teses que abordem as estratégias educativas de ensino com ênfase a temática agrotóxicos.   | Revisão Sistemática da Literatura   | Qualitativo                           |
| P13 SUL      | Participação de Professores no Ambiente Virtual de Aprendizagem em um Curso de Formação Continuada sobre a Base Nacional Comum Curricular | 2022 | Fabiana Fernandes Zani, Bernadete Lema Mazzafera, Luciane Guimarães Battistela Bianchini    | descrever as etapas do curso, a participação dos professores no curso e as interações no ambiente virtual de aprendizagem, para, a partir dessas análises, tecer reflexões acerca das experiências de aprendizagem dos professores   | Professores da educação básica  | Descritiva quantitativa e qualitativa |
| P13 SUDESTE  | Educação Ambiental como Temática Transversal: Concepções dos  | 2022 | Expedicto Ribeiro de Carvalho Júnior, Célia   | Aplicação de um questionário estruturado elaborado em escala Likert com análise  | Coordenadores pedagógicos da rede   | Qualitativo                           |

|                     |   |      |   |   |  |              |
|---------------------|---|------|---|---|--|--------------|
|                     | Coordenadores de uma Rede Pública   |      | Regina Tomachuk, Morun Bernardino Neto  | de variância de postos de Kruskal-Wallis e pós-teste de Student-Newman-Keuls  | de ensino de escolas públicas  |              |
| P13 SUL             | O Meio Ambiente como Matriz do Pensamento: A Geografia em Face da Educação Ambiental  | 2022 | Luiz Henrique de Oliveira Santos, Vicente Paulo dos Santos Pinto  | Revisão bibliográfica sobre: o conceito de meio ambiente, os movimentos ambientalistas e a Educação Ambiental, o pensamento dos geógrafos anarquistas do século 19 e a complexidade na educação | revisão bibliográfica  | Qualitativo  |
| P14 NORDESTE        | Ambientalização das instituições de ensino superior no campo da pesquisa em Educação Ambiental  | 2022 | Silva, Dayane dos Santos; Cavallari, Rosa Maria Feiteiro  | Análise em teses e dissertações entre 1981 e 2018.  | Pesquisa bibliográfica   | Qualitativo  |
| P14 SUDESTE         | A temática socioambiental na proposta curricular de uma escola técnica agrícola: análise crítica da dimensão técnica na formação dos futuros profissionais  | 2022 | Ogawa, Fernanda Sueko; Carvalho, Luiz Marcelo de  | Explorar possíveis significados e sentidos relacionados com a temática socioambiental, mobilizados a partir da proposta curricular de uma escola técnica agrícola                               | Pesquisa documental  | Qualitativo  |
| P15 SUDESTE PROFQUI | A Educação Ambiental no Ensino Médio: desafios e possibilidades a partir da elaboração de uma sequência didática com ênfase nas emissões de CO2 equivalente | 2022 | Patrícia A. Falci Regina S. Carvalho  | Relato de uma experiência com uso do Método do Estudo de Caso (EC) com o tema agrotóxicos, evidenciando a relação da Química  | Escola pública de Itaperuna no Rio de Janeiro em três turmas do ensino médio, mas os dados foram coletados em uma única turma com trinta sujeitos participantes. | Qualitativo  |
| P15 SUL             | Síntese do Ácido Acetilsalicílico: Uma proposta para Laboratórios de Graduação empregando a Química Verde   | 2022 | Larissa de A. Domingues Cássia G. Magalhães Marilei C. M. Sandri  | Emprego de um roteiro para alunos da graduação.   | Ensino superior  | Quantitativo |
| P15 SUDESTE         | A Educação Ambiental na práxis do Antropoceno e dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável  | 2022 | Jussara L. de Miranda Priscila Tamiasso-Martinhon Rosana Gerpe Raquel F. de Oliveira Priscila de S. Faria Ariane S. Gonçalves | Projeto de extensão voltado para a comunidade e uma segunda parte do trabalho foi o desenvolvimento de oficinas no ensino superior a partir de uma sequência didática.                          | Alunos de graduação e Pós-graduação  | Qualitativo  |
| P15 NORDESTE        | A Contextualização da Temática Energia e a Formação do Pensamento Sustentável no Ensino de Química  | 2022 | Fernanda W. Adams Simara Maria T. Nunes   | Implementação de sequências didáticas com aulas contextualizadas/problematizadoras que abordaram a temática "Energia e Sustentabilidade"  | Estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública   | Qualitativo  |
| P15 SUDESTE         | Estudo de Caso Interrompido na Promoção de Conhecimento Ambiental de Graduandos em Química: Resíduos Sólidos Urbanos em Foco                                | 2022 | Mikeas S. de Lima Ícaro M. Oliveira Salete L. Queiroz   | Aplicação de um estudo de caso interrompido sobre resíduos sólidos urbanos  | Alunos de Química do Ensino Superior   | Qualitativo  |
| P15                 | Sustentabilidade e Educação Ambiental no  | 2022 | Daniel das C. de A. Ribeiro   | Analisar o processo de tomada de  | 109 estudantes de  | Qualitativo  |

|                           |  |      |  |  |  |             |
|---------------------------|--|------|--|--|--|-------------|
| SUL                       | Ensino de Química: contribuições para a tomada de consciência sobre agricultura sustentável  |      | Tania D. M. Salgado<br>Carla Sirtori<br>Camila G. Passos   | consciência dos estudantes a respeito dos problemas socioambientais relacionados aos agrotóxicos e das possibilidades da agricultura sustentável, a partir da vivência da metodologia da Resolução de Problemas.   | diferentes níveis e modalidades da EB, de três escolas públicas estaduais da cidade de Porto Alegre/RS |             |
| P15<br>SUL                | Educação Ambiental nos cursos de Química da UFPel através da Química Verde   | 2022 | Raquel G. Jacob<br>Márcio S. Silva<br>Daniela Hartwig<br>Eder J. Lenardão  | Análise dos currículos dos cursos de Bacharelado em Química Industrial, Bacharelado em Química e Licenciatura em Química da Universidade Federal de Pelotas (UFPel)  | Ensino superior  | Qualitativo |
| P15<br>SUL                | Ambiente temático virtual de Química Verde para simulações de sínteses no Ensino de Química na perspectiva do desenvolvimento sustentável                                | 2022 | Patricia L. Rüntzel<br>Carlos Alberto Marques  | Desenvolvimento e o processo de construção, o formato, os conteúdos e as várias funções de um Ambiente Temático Virtual de Química Verde   | Ensino superior  | Qualitativo |
| P15<br>SUDESTE            | O Ensino de Química e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: um estudo das produções do Mestrado Profissional em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais | 2022 | Ariane B. Lourenço<br>Gérsica M. N. da Silva<br>Aldrei Jesus G. Batista<br>Karen Cristina P. Musetti<br>Paula P. P. de Carvalho<br>Vinicius P. Dictoro<br>Tadeu Fabricio Malheiros | Análise de dissertações defendidas de 2018 a 2020  | revisão bibliográfica  | Qualitativo |
| P15<br>SUDESTE            | Agroecologia e a imagem pública da Química para além do desenvolvimento sustentável  | 2022 | Ângela Rita Teixeira<br>Ivana Cristina Lovo<br>Paulo A. Porto<br>Anielli Fabiula G. Lemes  | Investiga uma atividade de extensão desenvolvida com estudantes do primeiro ano do ensino médio de uma escola do campo sobre a temática da agroecologia no ensino de ciências da natureza, destacando o ensino de química e a imagem pública da química. | Alunos do 1º ano do ensino médio de uma escola do campo  | Qualitativo |
| P15<br>SUDESTE            | Projeto 'Preservando as Raízes do Mangue': a aprendizagem de química baseada em projetos e voltada para o desenvolvimento sustentável                                    | 2022 | Ívina L. Santana<br>Luciana R. Nascimento<br>Bruna M. Damm<br>Mayara L. Oliveira<br>Marcos B. J. G. Freitas<br>Paulo R. G. Moura   | projeto "Preservando as Raízes do Mangue" utilizando como base de dados o diário de bordo da professora, os vídeos e relatórios escritos pelos alunos. O projeto de aprendizagem foi feito utilizando a metodologia ativa de ABP.                        | 2ª série de Ensino Médio, de 38 alunos   | Qualitativo |
| P15<br>SUDESTE<br>PROFQUI | Está chovendo microplásticos! E agora?   | 2022 | Aline S. F. Azevedo<br>Marcelo H. Herbst   | Relato de experiência descreve intervenções presenciais e online, a partir de um planejamento adequado ao momento pandêmico, com alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola estadual localizada na Baixada Fluminense                          | alunos do 3º ano do Ensino Médio   | Qualitativo |
| P15                       | O uso do AVA na construção de  | 2022 | Fábio F. Souza   | Desenvolvimento, o uso e a avaliação de  | Ensino Superior  | Qualitativo |

|                     |  |      |   |   |   |             |
|---------------------|--|------|---|---|---|-------------|
| SUDESTE             | experiências formativas em uma perspectiva socioambiental crítica  |      | Caroindes J. C. Gomes<br>Vânia G. Z. Zeidler  | um ambiente virtual de aprendizagem para complementar as aulas presenciais de duas disciplinas, oferecidas em um curso de Licenciatura em Química   |   |             |
| P15<br>SUDESTE      | A Temática dos Agrotóxicos para o Ensino de Química Orgânica: Uma Experiência com o Método do Estudo de Caso no Ensino Médio Regular | 2022 | Laurine C. P. da Silva<br>Verônica J. V. da Silva<br>Thaís N. Lopes<br>André M. dos Santos  | Relato uma experiência com uso do Método do Estudo de Caso (EC) com o tema agrotóxicos, evidenciando a relação da Química com a sociedade e o ambiente, contribuindo para que o ensino de Química seja potencialmente significativo.        | Alunos do 3º Ano do Ensino Médio Regular, com 26 participantes efetivos | Qualitativo |
| P16<br>SUDESTE      | Biossorventes Utilizados na Remoção do Corante Azul de Metileno em Soluções Aquosas: uma proposta de ensino em química ambiental     | 2022 | Barbara Q. Guimarães,<br>Fernando S. Betim, Ívina L. Santana, Ariel V. Pereira,<br>Thaiany S. C. Bressiani,<br>Bruno M. M. Siqueira, Maria de Fátima F. Lelis , Paulo R. G. Moura | Sequência Didática dividida em três momentos: Contextualização e Problematização, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento.  | Alunos do Ensino superior   | Qualitativo |
| P18<br>NORTE        | Formación docente en educación ambiental en escuela rurais en Porto Velho-RO   | 2022 | Bianca Morais Mendes,<br>Clarides Henrich de Barba  | A coleta de dados ocorreu por meio de entrevista com seis diretores, três coordenadores e 20 professores, sendo utilizado para a análise dos dados, a Análise Textual Discursiva (ATD) por meio da descrição, interpretação e argumentação. | Professores da Educação Básica  | Qualitativo |
| P19<br>SUL          | Metodologias de Ensino em Educação Ambiental no Ensino Fundamental: uma Revisão Sistemática  | 2022 | Yasmin Leon Gomes,<br>Daniele Saheb Pedroso   | Bases de dados SciELO e Redalyc, a partir do protocolo elaborado por Schiavon (2015)  | Revisão sistemática da literatura                                       | Qualitativo |
| P20<br>CENTRO-OESTE | Experiência sobre o ensino de jornalismo ambiental em sala de aula, uma transposição das teorias de Donald Schön                     | 2022 | Igor Aparecido Dallaqua<br>Pedrini, Cristóvão<br>Domingos Almeida, Jociene<br>Carla Bianchini Ferreira<br>Pedrini   | Reflexão sobre a prática docente para o fazer jornalístico de especialidade ambiental   | Aulas de Jornalismo Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso.   | Qualitativo |

Fonte: Autora, 2023.

Diante da tabela apresentada acima, é possível destacar algumas informações e questões relevantes referentes ao conteúdo relacionado ao Meio Ambiente. Da mesma forma na área de Nanotecnologia, observa-se que os estudos de natureza quantitativa enfrentam desafios em sua expansão. Entre as 43 publicações reveladas, apenas 2 delas são categorizadas pelos próprios autores como estudos de abordagem quantitativa. Esses dois artigos são publicados "O perfil dos pesquisadores brasileiros em Educação Ambiental", publicado na revista Ambiente & Educação, e "Síntese do Ácido Acetilsalicílico: Uma proposta para Laboratórios de Graduação empregando a Química Verde", publicado na Química Nova na Escola. Além disso, um terceiro artigo foi classificado como quali-quantitativo, intitulado "Participação de Professores no Ambiente Virtual de Aprendizagem em um Curso de Formação Continuada sobre a Base Nacional Comum Curricular", publicado na Revista Contexto & Educação. No entanto, todos os outros 40 artigos adotam uma abordagem predominantemente qualitativa em suas análises e investigações.

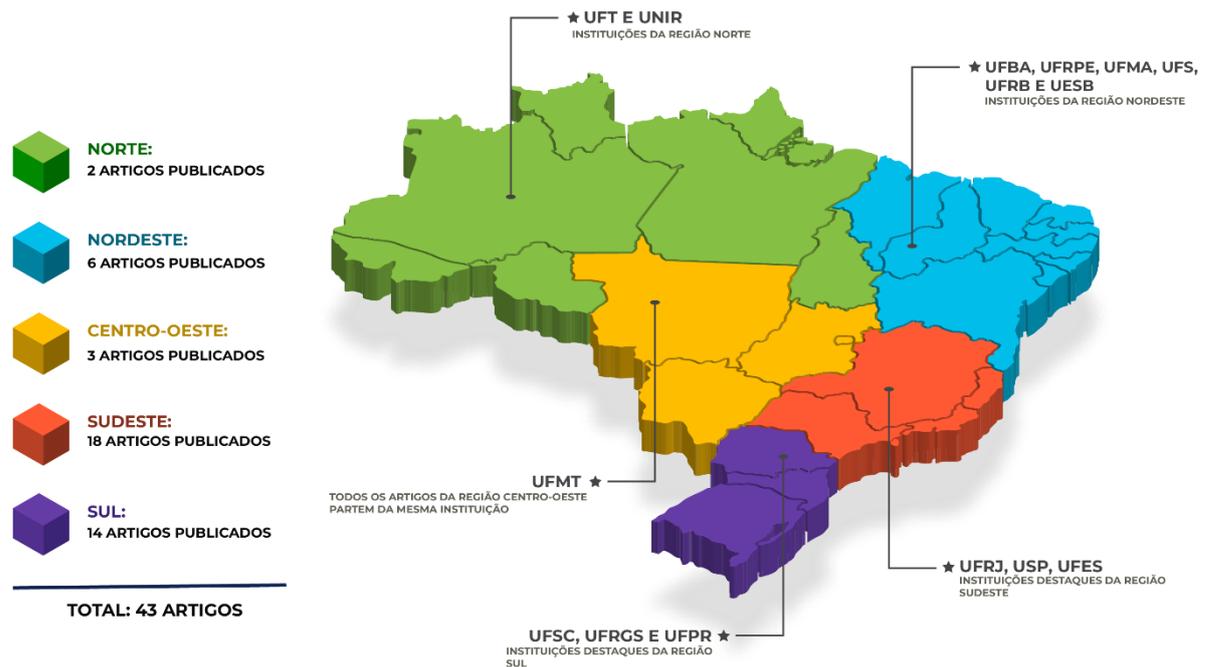
Ao analisar os objetos/sujeitos envolvidos nas pesquisas, foi possível notar que houve perfis diferentes em torno das pesquisas, sendo elas: revisões da literatura (11), alunos do ensino superior (8), alunos do ensino médio (8), professores da educação básica (5), professores do ensino superior (4), alunos do ensino fundamental (4), livros didáticos (2) e público geral (1).

Analisando os 8 trabalhos que possuem foco em alunos do Ensino Médio, é possível notar algumas características e o tipo de metodologia utilizada. Dos artigos selecionados, 3 deles têm como propostas sequências didáticas, com foco em anticoncepcionais para a promoção da educação sexual e ambiental no ensino de química; implementação de aulas contextualizadas com ênfase em energia e sustentabilidade; e, por fim, uma sequência didática sobre microplásticos.

Duas metodologias que também se destacam são o estudo de caso (2) e a resolução de problemas (2). Um fato interessante é que ambas as publicações abordam a mesma temática, ou seja, os agrotóxicos. Quanto à metodologia de Resolução de Problemas, ela se concentra principalmente em duas temáticas: agrotóxicos e mangues. Isso demonstra que a questão dos agrotóxicos é uma preocupação comum entre os professores.

A imagem abaixo, mostra a relação entre as 43 publicações analisadas e as regiões do Brasil, de acordo com as instituições vinculadas dos autores.

**Figura 7.** Regiões brasileiras e publicações em Meio Ambiente e ensino



Fonte: Autora, 2023.

Pode-se notar que, no contexto da temática ambiental, todas as regiões do Brasil estão representadas por publicações, o que inicialmente é uma observação positiva. No entanto, é evidente que a distribuição das publicações não é homogênea, com as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste ainda apresentando um número reduzido de contribuições em comparação com as regiões Sudeste e Sul, que continuam se destacando em termos de quantidade de publicações.

A análise da imagem acima proporciona algumas percepções relevantes. No que concerne à região Centro-Oeste, constata-se que dos 3 artigos encontrados, todos eles são de autoria de pesquisadores vinculados à Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Já na região Norte, os dois artigos identificados são provenientes da Universidade Federal do Tocantins (UFT) e da Universidade Federal de Rondônia (UNIR). É notável que, apesar de a região Norte abrigar uma das biodiversidades mais ricas e variadas do Brasil, nenhum dos materiais publicados aborda propostas de atividades voltadas para o ensino, considerando as peculiaridades ambientais dessa região. Em vez disso, os trabalhos se concentram na análise de livros didáticos e na formação de professores em escolas localizadas em áreas rurais de Porto Velho.

As regiões Nordeste, Sul e Sudeste possuem mais publicações se comparado as citadas anteriormente.

## 5.2 CATEGORIA 2 - Levantamento da temática nos livros didáticos de Química - Ser Protagonista PNLD 2012 a 2021

Além da análise das publicações presentes em periódicos, a pesquisa englobou uma avaliação da presença das duas temáticas em livros didáticos destinados à Educação Básica no Brasil. Nessa fase da investigação, procedeu-se à análise dos livros pertencentes à coleção intitulada "Química Ser Protagonista," editada pela Editora SM Brasil. Para conduzir o levantamento das temáticas contidas nos livros didáticos, foram considerados quatro períodos distintos, a saber: 2012 a 2014; 2015 a 2017; 2018 a 2020; e 2021 a 2023. Os detalhes gerais de cada um desses períodos são apresentados na tabela a seguir.

**Tabela 11.** Características gerais das coleções por triênios

| <b>Características</b> | <b>PNLD 2012</b> | <b>PNLD 2015</b> | <b>PNLD 2018</b> | <b>PNLD 2021</b> | <b>TOTAL</b> |
|------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------|
| Projeto                | 0                | 0                | 0                | 12               | 12           |
| Unidades               | 26               | 22               | 12               | 18               | 78           |
| Capítulos              | 65               | 48               | 40               | 51               | 204          |
| Páginas                | 1.249            | 904              | 848              | 1.304            | 4.305        |
| Questões               | 3.452            | 2.270            | 2.028            | 2.021            | 9.771        |
| Editora                | SM               | SM               | SM               | SM               | SM           |

Fonte: Autora, 2023.

A partir dessas informações, é viável obter uma visão geral das características do material didático submetido à análise. Com efeito, para a coleta de dados e subsequente análise, foram examinadas 9.771 questões, 78 unidades, 204 capítulos, 12 projetos e um total de 4.305 páginas.

Para além de apenas identificar as questões de Nanotecnologia e Meio Ambiente nos livros didáticos, foram analisados as questões e textos com base em três parâmetros:

- a) Indicadores de Alfabetização Científica (IAC), visando identificar o potencial AC das questões e textos dos livros da coleção Química Ser Protagonista;
- b) Eixos Temáticos em Química Ambiental (ETQA), com o intuito de avaliar o contexto da química ambiental onde as questões analisadas estão inseridas;
- c) Eixos Temáticos em Nanotecnologia (ETN), com o intuito de avaliar o contexto da nanotecnologia onde as questões analisadas estão inseridas.

Para além dos três parâmetros mencionados anteriormente, também foram empregados critérios de análise relativos à estrutura do livro. Desta maneira, para fins de categorização, foram submetidas à análise as questões abrangendo "problemas," "vestibulares e ENEM," "projetos" e "questões globais," assim como todos os textos presentes nos livros didáticos. Esse

material foi minuciosamente examinado à luz dos Indicadores de Alfabetização Científica delineados por Pizarro (2014), bem como dos Eixos Temáticos relacionados à Química Ambiental e à Nanotecnologia.

A coleta de dados está segmentada por triênio e subdividida da seguinte forma: três livros de química destinados ao PNLD (Programa Nacional do Livro Didático) para os triênios de 2012 a 2014, 2015 a 2017 e 2018 a 2020. O PNLD do triênio de 2021 a 2023 compreende seis livros na área de ciências da natureza e suas tecnologias, além de dois livros de projetos integradores, que integram o currículo do Novo Ensino Médio.

### 5.2.1 PNLD 2012 – 2014:

Na coleção "Química Ser Protagonista" do PNLD 2012-2014, foram identificadas 319 ocorrências dos Indicadores de Alfabetização Científica, das quais 299 estão relacionadas à temática de Química Ambiental e 20 à Nanotecnologia.

**Tabela 12.** Indicadores de Alfabetização Científica no PNLD 2012 a 2014

| Indicador                  | 1º Série   |           | 2º Série  |           | 3º Série   |           | Total      |
|----------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
|                            | M.A.       | NANO      | M.A.      | NANO      | M.A.       | NANO      |            |
| <b>Articular Ideia</b>     | 64         | 02        | 42        | 03        | 54         | 01        | 166        |
| <b>Ler em Ciência</b>      | 26         | 00        | 18        | 04        | 30         | 05        | 83         |
| <b>Argumentar</b>          | 08         | 00        | 10        | 02        | 05         | 00        | 25         |
| <b>Investigar</b>          | 05         | 00        | 06        | 00        | 01         | 00        | 12         |
| <b>Problematizar</b>       | 03         | 01        | 05        | 00        | 04         | 01        | 14         |
| <b>Escrever em Ciência</b> | 02         | 01        | 00        | 00        | 04         | 00        | 07         |
| <b>Atuar</b>               | 01         | 00        | 04        | 00        | 00         | 00        | 05         |
| <b>Criar</b>               | 02         | 00        | 03        | 00        | 02         | 00        | 07         |
|                            | <b>111</b> | <b>04</b> | <b>88</b> | <b>09</b> | <b>100</b> | <b>07</b> | <b>319</b> |
|                            | <b>115</b> |           | <b>97</b> |           | <b>107</b> |           |            |

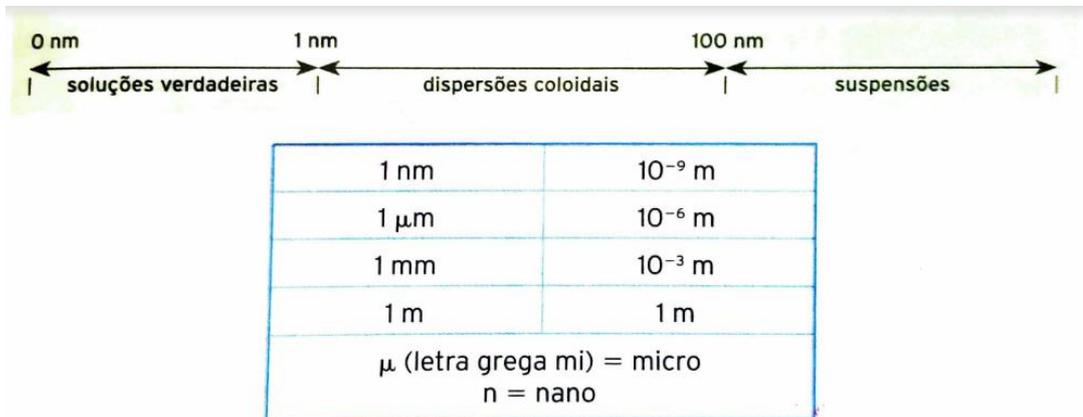
Fonte: Autora, 2023.

A tabela apresentada acima ilustra a quantidade de questões por série e temática. Observa-se que, em termos de ocorrências, o livro da 1ª série apresenta a maior incidência entre os três livros. Entretanto, vale ressaltar que essa série é a que possui o menor número de ocorrências na temática de Nanotecnologia. Por outro lado, nota-se que o livro da 2ª série é o que apresenta a maior quantidade de ocorrências dentre todos os livros didáticos.

De maneira geral e bastante proeminente, o indicador "Articular Ideias" surge em 170 ocorrências, abrangendo 53,3% das ocorrências no conjunto. Isso realça o destaque do potencial de contextualização das duas temáticas nos livros didáticos, particularmente no contexto da temática de Meio Ambiente. A segunda incidência mais significativa no material didático

analisado é representada pelo indicador "Ler em Ciências," com 83 ocorrências, o que corresponde a 26% do total de indicadores. É digno de nota que, em termos quantitativos, essa é a ocorrência mais frequente relacionada à temática da Nanotecnologia.

**Figura 8.** Exemplo encontrado na página 185 do livro 2



Fonte: LISBOA *et al.*, 2011.

Embora os dois elementos em destaque apresentem uma incidência específica de indicadores, totalizando 79,3% do número total, os indicadores "criar" e "atuar" mostram menor ocorrência. Juntos, esses indicadores representam apenas 3,76% do total de incidências, um valor consideravelmente inferior em comparação com demais. Essa disparidade ressalta que, apesar da alta capacidade de contextualização e interpretação de gráficos, imagens e tabelas, existe uma lacuna notável no que diz respeito às habilidades que possibilitariam aos alunos cultivar pensamentos críticos com base no conteúdo dos livros didáticos, como resolução de problemas, propor novas ideias e se enxergar como multiplicador de ideias.

Os indicadores "criar" e "atuar" não foram identificados em nenhum dos livros detalhados, o que sugere que a abordagem aplicada não oferece oportunidades para que os alunos desenvolvam habilidades de participação ativa em relação à temática, seja por meio da formulação de ideias ou de um pensamento crítico. Ambos os indicadores estão intrinsecamente relacionados a uma postura ativa por parte do aluno.

Além de avaliar o potencial de Alfabetização Científica nas duas temáticas, foram evidenciadas as incidências dessas temáticas com base nos Eixos Temáticos em Nanotecnologia e Meio Ambiente, com o propósito de avaliar as principais abordagens das respectivas áreas nos livros.

**Tabela 13.** Eixos temático em Meio Ambiente nos livros no PNLD 2012 a 2014

| Eixo Temático | 1º Série | 2º Série | 3º Série | Total |
|---------------|----------|----------|----------|-------|
| Poluição      | 50       | 28       | 25       | 103   |

|             |            |           |            |            |
|-------------|------------|-----------|------------|------------|
| Energia     | 15         | 23        | 24         | 62         |
| Lixo        | 03         | 19        | 28         | 50         |
| Água        | 31         | 10        | 02         | 43         |
| Agricultura | 06         | 03        | 12         | 21         |
| Indústrias  | 06         | 05        | 09         | 20         |
|             | <b>111</b> | <b>88</b> | <b>100</b> | <b>299</b> |

Fonte: Autora, 2023.

Evidencia-se que, na temática de Meio Ambiente, os eixos temáticos de poluição, energia e lixo são os mais frequentes. Dentre essas, destaca-se a poluição, que corresponde a 34,4% do total de ocorrências. Observe-se, especialmente no livro da 1ª série, uma abordagem que enfoca conteúdos de química relacionados a desastres ambientais e ao impacto da poluição no meio ambiente.

Por outro lado, os eixos temáticos de agricultura e ofertas apresentam as menores ocorrências. No caso das incidências relacionadas à indústria, muitas delas se concentram na petroquímica e na indústria farmacêutica. Quanto ao eixo da agricultura, mais da metade das ocorrências faz referência ao uso de fertilizantes e agrotóxicos.

**Tabela 14.** Eixos temático em Nanotecnologia nos livros no PNLD 2012 a 2014

| <b>Eixo Temático</b>                   | <b>1º Série</b> | <b>2º Série</b> | <b>3º Série</b> | <b>Total</b> |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|
| História e Conceitos em Nanotecnologia | 02              | 09              | 07              | 18           |
| Saúde                                  | 01              | 00              | 00              | 01           |
| Tecnologia                             | 01              | 00              | 00              | 01           |
| Fontes Energéticas                     | 00              | 00              | 00              | 00           |
| Meio Ambiente                          | 00              | 00              | 00              | 00           |
| Pontos negativos                       | 00              | 00              | 00              | 00           |
|  | <b>04</b>       | <b>09</b>       | <b>07</b>       | <b>20</b>    |

Fonte: Autora, 2023.

Nos eixos temáticos relacionados à Nanotecnologia, é evidente uma disparidade significativa em comparação ao conteúdo abordado na temática de Meio Ambiente. A primeira discrepância está relacionada ao volume, visto que a temática de Nanotecnologia contém apenas 20 incidências, das quais 18 são dedicadas à "História e Conceitos em Nanotecnologia", representando assim 90% das ocorrências totais, seguidas pelos eixos "Saúde" e "Tecnologia" com 5% cada.

O ponto de maior contraste reside nas consideráveis lacunas na abordagem de temas sobre Nanotecnologia, com foco em fontes energéticas, meio ambiente e pontos negativos. O livro se concentra principalmente em definir e explicar conceitos relacionados à Nanotecnologia, o que pode limitar o interesse dos alunos e tornar o conteúdo menos atraente.

Apesar das ocorrências em “Saúde” e “Tecnologia”, a abordagem é bastante superficial e não explicita claramente a relação com a temática de Nanotecnologia. Um exemplo disso é uma breve menção, em apenas três linhas, sobre as possibilidades de materiais como ouro e platina para próteses.

### 5.2.2 PNLD 2015 – 2017:

O triênio referente ao período de 2014 a 2015 apresenta 295 ocorrências de Indicadores de Alfabetização Científica, totalizando 24 ocorrências a menos em comparação com o anterior.

**Tabela 15.** Indicadores de Alfabetização Científica no PNLD 2015 a 2017

| Indicador                  | 1º Série   |           | 2º Série   |           | 3º Série  |           | Total      |
|----------------------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|
|                            | M.A.       | NANO      | M.A.       | NANO      | M.A.      | NANO      |            |
| <b>Articular Ideia</b>     | 59         | 04        | 37         | 05        | 35        | 00        | 140        |
| <b>Problematizar</b>       | 28         | 04        | 23         | 03        | 25        | 04        | 87         |
| <b>Ler em Ciência</b>      | 06         | 00        | 06         | 02        | 04        | 00        | 18         |
| <b>Escrever em Ciência</b> | 06         | 00        | 06         | 00        | 00        | 01        | 13         |
| <b>Investigar</b>          | 04         | 00        | 06         | 00        | 02        | 00        | 12         |
| <b>Argumentar</b>          | 02         | 00        | 07         | 00        | 01        | 00        | 10         |
| <b>Atuar</b>               | 01         | 00        | 07         | 00        | 02        | 00        | 10         |
| <b>Criar</b>               | 02         | 00        | 03         | 00        | 00        | 00        | 05         |
|                            | <b>108</b> | <b>08</b> | <b>95</b>  | <b>10</b> | <b>69</b> | <b>05</b> | <b>295</b> |
|                            | <b>116</b> |           | <b>105</b> |           | <b>74</b> |           |            |

Fonte: Autora, 2023.

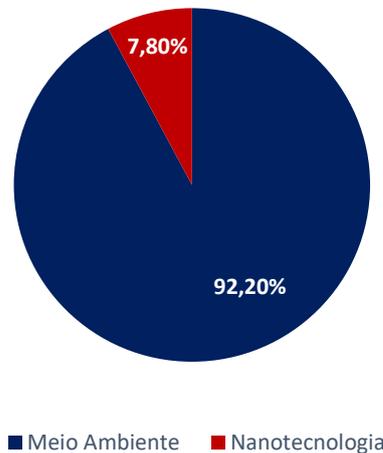
Apesar de registrar um número menor de ocorrências em relação ao triênio anterior, observa-se que o indicador “ideia articular” ainda mantém sua proeminência no PNLD 2015 a 2017, contabilizando 140 incidências, o que representa 47,45% do total de ocorrências.

Um ponto de destaque nesse triênio é a ascensão do segundo indicador mais frequente, "problematizar." Nota-se que, na temática de Meio Ambiente, o indicador "articular ideia" continua a ser o foco predominante, evidenciando o potencial de contextualização da temática ambiental nos livros didáticos da coleção "Química Ser Protagonista." Entretanto, na abordagem da temática de Nanotecnologia, o indicador "problematizar" assume maior relevância em comparação ao triênio anterior. Isso se deve a um aumento nas questões e textos que incentivam a busca de informações em outras fontes, como livros, revistas, jornais ou a internet.

Apesar desses avanços, a temática ainda apresenta lacunas significativas em relação aos indicadores de alfabetização científica, uma vez que não há incidência dos indicadores "investigar," "argumentar," "atuar" e "criar." Isso impede o desenvolvimento de habilidades de escrita e argumentação para os alunos que utilizam o material didático. Além disso, como

mencionado anteriormente, destaca-se a diferença substancial entre as incidências nas duas temáticas, conforme ilustrado no gráfico abaixo.

**Gráfico 1.** Percentual das temáticas no PNLD 2015 a 2017



Fonte: Autora, 2023.

O eixo temático "poluição" mantém-se como o mais proeminente no triênio 2015 a 2017. Entretanto, é perceptível uma redução nas incidências relacionadas à temática de meio ambiente no contexto do livro didático. Pode-se observar uma diminuição de 36,2% nas ocorrências totais da temática de meio ambiente, ao comparar o livro da 1ª série com o da 3ª série.

**Tabela 16.** Eixos temático em Meio Ambiente nos livros no PNLD 2015 a 2017

| Eixo Temático | 1º Série   | 2º Série  | 3º Série  | Total      |
|---------------|------------|-----------|-----------|------------|
| Poluição      | 50         | 39        | 21        | 110        |
| Energia       | 24         | 16        | 08        | 48         |
| Lixo          | 04         | 14        | 27        | 45         |
| Água          | 24         | 16        | 01        | 41         |
| Agricultura   | 04         | 05        | 10        | 19         |
| Indústrias    | 02         | 05        | 02        | 09         |
|               | <b>108</b> | <b>95</b> | <b>69</b> | <b>272</b> |

Fonte: Autora, 2023.

Os eixos temáticos "Agricultura" e "Indústrias" continuam sendo os de menor incidência no livro, representando juntos 9,5% das ocorrências. Foi observada uma diminuição nessas incidências em relação ao período anterior. Mais uma vez, essas ocorrências estão associadas ao uso de agrotóxicos e às indústrias de petróleo.

No que diz respeito aos eixos temáticos em Nanotecnologia, verificou-se um aumento de 15% em comparação ao número registrado no triênio anterior, conforme ilustrado na tabela 17.

**Tabela 17.** Eixos temático em Nanotecnologia nos livros no PNLD 2015 a 2017

| <b>Eixo Temático</b>                   | <b>1º Série</b> | <b>2º Série</b> | <b>3º Série</b> | <b>Total</b> |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|
| História e Conceitos em Nanotecnologia | 07              | 10              | 05              | 22           |
| Tecnologia                             | 01              | 00              | 00              | 01           |
| Saúde                                  | 00              | 00              | 00              | 00           |
| Fontes Energéticas                     | 00              | 00              | 00              | 00           |
| Meio Ambiente                          | 00              | 00              | 00              | 00           |
| Pontos negativos                       | 00              | 00              | 00              | 00           |
|  | <b>08</b>       | <b>10</b>       | <b>05</b>       | <b>23</b>    |

Fonte: Autora, 2023.

Apesar do aumento quantitativo, os eixos temáticos em Nanotecnologia ainda apresentam lacunas. Enquanto três dos seis eixos foram contemplados anteriormente, neste triênio apenas dois deles foram abordados, nomeadamente "História e Conceitos em Nanotecnologia" e "Tecnologia". Durante a análise do material didático, não foi observada qualquer relação do conteúdo de Nanotecnologia com as áreas de saúde, fontes energéticas, meio ambiente e aspectos negativos.

**Figura 9.** Questão presente na página 255 do L3Fonte: LISBOA *et al.*, 2014.

Durante a análise, foi identificado um padrão em que se destacam as técnicas de caracterização de materiais. A imagem acima é um exemplo encontrado no livro e mostra uma

micrografia eletrônica. No entanto, o livro não aprofunda a explicação sobre o propósito desse aparelho, esse padrão se repete no livro, com imagens e gráficos apresentados de forma isolada e sem explorar os conteúdos que poderiam ser associados às informações mostradas.

### 5.2.3 PNLD 2018 – 2020:

No período de 2018 a 2020, foram identificadas 376 ocorrências relacionadas às temáticas de Nanotecnologia e Meio Ambiente. Entre os anos de 2012 e 2020, que englobam as coleções anteriores ao Novo Ensino Médio, esse triênio registrou o maior número de ocorrências.

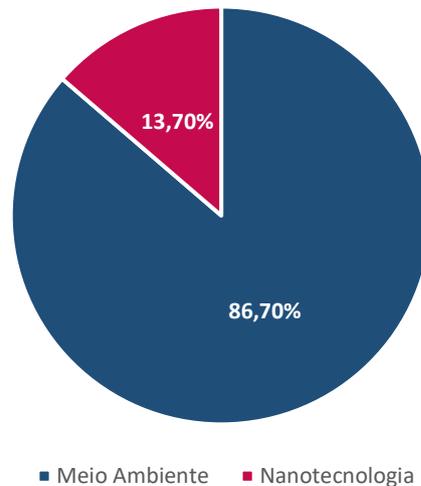
**Tabela 18.** Indicadores de Alfabetização Científica no PNLD 2018 a 2020

| Indicador                  | 1º Série   |           | 2º Série   |           | 3º Série   |           | Total      |
|----------------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
|                            | M.A.       | NANO      | M.A.       | NANO      | M.A.       | NANO      |            |
| <b>Articular Ideia</b>     | 71         | 04        | 61         | 06        | 54         | 01        | 197        |
| <b>Problematizar</b>       | 33         | 07        | 27         | 05        | 25         | 05        | 102        |
| <b>Ler em Ciência</b>      | 05         | 00        | 06         | 01        | 07         | 00        | 19         |
| <b>Investigar</b>          | 03         | 00        | 07         | 00        | 08         | 00        | 18         |
| <b>Escrever em Ciência</b> | 07         | 00        | 08         | 00        | 02         | 00        | 17         |
| <b>Argumentar</b>          | 03         | 00        | 06         | 00        | 03         | 01        | 13         |
| <b>Atuar</b>               | 04         | 00        | 00         | 00        | 01         | 00        | 05         |
| <b>Criar</b>               | 03         | 00        | 02         | 00        | 00         | 00        | 05         |
|                            | <b>129</b> | <b>11</b> | <b>117</b> | <b>12</b> | <b>100</b> | <b>07</b> | <b>376</b> |
|                            | <b>140</b> |           | <b>129</b> |           | <b>107</b> |           |            |

Fonte: Autora, 2023.

Conforme evidenciado na tabela anterior, tal como nos anos anteriores, o indicador "articular ideia" mantém-se como o de maior ocorrência, totalizando 197 aparições, correspondendo a 52,4% do PNLD 2018 a 2020 para os livros didáticos de química do ensino médio. É possível observar ao longo dos nove anos da coleção "Química Ser Protagonista" em escolas públicas brasileiras que o potencial de contextualizar questões é expressivo.

Apesar de não ser necessariamente negativo, a disparidade entre as ocorrências sugere uma falta de equilíbrio no livro. Durante a análise, foi notável o potencial de contextualização em questões relacionadas ao meio ambiente, porém, há uma carência de oportunidades para que os alunos atuem e criem efetivamente. Além disso, os indicadores "escrever em ciências" e "argumentar" não se destacam tanto quanto outros, o que aponta para uma certa lacuna no desenvolvimento dessas habilidades nos estudantes.

**Gráfico 2.** Percentual das temáticas no PNLD 2018 a 2020

Fonte: Autora, 2023.

O gráfico acima ilustra o percentual das temáticas presentes na coleção 'Química Ser Protagonista' do PNLD 2018 a 2020. Comparado aos triênios anteriores, observa-se que a temática de Nanotecnologia é abordada em 13,70% do total de questões, evidenciando um leve aumento em relação aos períodos anteriores.

Assim como as ocorrências anteriores, a temática Meio Ambiente continua predominante, no entanto o PNLD 2018 a 2020 é o que possui a menor porcentagem entre todos.

**Tabela 19.** Eixos temático em Meio Ambiente nos livros no PNLD 2018 a 2020

| Eixo Temático | 1º Série   | 2º Série   | 3º Série   | Total      |
|---------------|------------|------------|------------|------------|
| Poluição      | 53         | 25         | 24         | 102        |
| Lixo          | 12         | 15         | 43         | 70         |
| Energia       | 21         | 30         | 17         | 68         |
| Água          | 22         | 40         | 02         | 64         |
| Agricultura   | 10         | 04         | 08         | 22         |
| Indústrias    | 11         | 03         | 06         | 20         |
|               | <b>129</b> | <b>117</b> | <b>100</b> | <b>346</b> |

Fonte: Autora, 2023.

Conforme demonstrado na tabela 19, é possível observar que a temática do Meio Ambiente no material didático mantém o foco predominante nos conteúdos relacionados à poluição, semelhante aos triênios anteriores. No entanto, de maneira distinta em relação aos períodos anteriores, o eixo temático referente ao lixo ganha destaque.

Esse destaque atribuído à temática do lixo é justificado por um capítulo específico presente no livro da 3ª série, intitulado 'Consumo consciente, uso, reciclagem e reaproveitamento', no qual são abordados conteúdos pertinentes sobre o gerenciamento de resíduos e práticas de reciclagem.

**Figura 10.** Questão presente na página 279 do L3

10. A partir de [2014], todas as cidades do país estão proibidas de usar lixões e o prefeito que desobedecer a lei pode ser multado em até R\$ 50 milhões. [...]



Catadora no lixão de Iguatu (CE), em 2013.

Hoje, 60% dos municípios não contam com aterros sanitários. A situação é pior no Nordeste. Na semana passada, em Pernambuco, duas crianças morreram intoxicadas por alimentos estragados, apanhados em um lixão. No Ceará, segundo o governo do estado, ainda existem 280 lixões. Em Iguatu, no Ceará, cada vez que chega um caminhão, as catadoras disputam as sobras com os urubus.

- Aponte os principais problemas que podem ser causados pelo acúmulo de lixo a céu aberto.
- O lixo urbano, apesar de ser uma questão ambiental grave, gera emprego e renda. Escreva um pequeno texto que discuta essa dualidade.

Fonte: Lisboa *et al.*, 2016.

Infelizmente, constata-se que as temáticas relacionadas à agricultura e às indústrias continuam apresentando lacunas nos triênios considerados, representando apenas 11,2% do total das questões abordadas na coleção. Apesar da escassa presença dos eixos temáticos relacionados a essas áreas, é digno de nota que todos os conteúdos pertinentes são abordados, independentemente da frequência com que aparecem.

A Tabela abaixo apresenta os dados referentes à temática de Nanotecnologia no triênio 2018 a 2020, sendo nesse período que a temática atinge seu maior pico em termos de ocorrências, totalizando 30 questões.

**Tabela 20.** Eixos temático em Nanotecnologia nos livros no PNLD 2018 a 2020

| Eixo Temático                          | 1º Série | 2º Série | 3º Série | Total |
|--|----------|----------|----------|-------|
| História e Conceitos em Nanotecnologia | 08       | 12       | 05       | 25    |
| Tecnologia                             | 03       | 00       | 02       | 05    |

|                    |           |           |           |           |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Saúde              | 00        | 00        | 00        | 00        |
| Fontes Energéticas | 00        | 00        | 00        | 00        |
| Meio Ambiente      | 00        | 00        | 00        | 00        |
| Pontos negativos   | 00        | 00        | 00        | 00        |
|                    | <b>11</b> | <b>12</b> | <b>07</b> | <b>30</b> |

Fonte: Autora, 2023.

De acordo com os dados analisados, o eixo "História e Conceito em Nanotecnologia" mantém sua posição de destaque, de maneira similar aos triênios anteriores. Apesar do aumento na incidência, conforme mencionado anteriormente, somente dois indicadores continuam a ser contemplados. Dessa forma, constata-se que os livros didáticos analisados não apresentam progresso significativo em relação a essa temática.

Além disso, é possível observar que, assim como nos triênios anteriores, a 2ª série dos livros didáticos é a que contempla o maior número de ocorrências no geral. Durante a análise, identificaram-se alguns padrões, uma vez que, frequentemente, o conteúdo de nanotecnologia estava vinculado a tópicos que envolviam cálculos ou dados matemáticos. Essa característica é particular dos livros da 2ª série, devido à forte presença de conteúdos relacionados à físico-química.

#### 5.2.4 PNLD 2021 – 2023:

O PNLD 2021 a 2023, em virtude da nova reforma do Ensino Médio, passou por mudanças significativas em relação aos materiais didáticos. Para este triênio, foram analisados os seis livros da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, bem como dois livros de projetos integradores.

Os livros foram divididos em: L1 - Composição e Estrutura dos Corpos; L2 - Matéria e Transformações; L3 - Energia e Transformações; L4 - Evolução, Tempo e Espaço; L5 - Ambiente e Ser Humano; L6 - Vida, Saúde e Genética; P1 –Jovem Protagonista: Projetos Integradores Ciências da Natureza e suas Tecnologias; P2 - "Ser Protagonista: Projetos Integradores de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

A coleção "Química Ser Protagonista" do PNLD 2021-2023 possui 483 ocorrências de Indicadores de Alfabetização Científica, das quais 460 estão relacionadas à temática de Química Ambiental e 23 se referem à Nanotecnologia.

**Tabela 21.** Indicadores de Alfabetização Científica no PNLD 2021 a 2023

| Indicador              | L1   |      | L2   |      | L3   |      | L4   |      | Total |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|                        | M.A. | NANO | M.A. | NANO | M.A. | NANO | M.A. | NANO |       |
| <b>Articular Ideia</b> | 10   | 04   | 11   | 02   | 10   | 01   | 00   | 00   | 38    |

|                            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Ler em Ciência</b>      | 06        | 03        | 29        | 02        | 18        | 02        | 01        | 00        | 61         |
| <b>Argumentar</b>          | 02        | 00        | 02        | 00        | 03        | 00        | 02        | 00        | 09         |
| <b>Investigar</b>          | 01        | 00        | 01        | 00        | 07        | 00        | 02        | 00        | 11         |
| <b>Problematizar</b>       | 01        | 00        | 02        | 00        | 04        | 00        | 02        | 00        | 09         |
| <b>Escrever em Ciência</b> | 00        | 00        | 00        | 00        | 02        | 00        | 00        | 00        | 02         |
| <b>Atuar</b>               | 00        | 00        | 00        | 00        | 00        | 00        | 00        | 00        | 00         |
| <b>Criar</b>               | 01        | 00        | 02        | 00        | 00        | 00        | 00        | 00        | 03         |
|                            | <b>21</b> | <b>07</b> | <b>47</b> | <b>04</b> | <b>44</b> | <b>03</b> | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>133</b> |
|                            | <b>28</b> |           | <b>51</b> |           | <b>47</b> |           | <b>07</b> |           |            |

Fonte: Autora, 2023.

Conforme evidenciado nas tabelas, é notável que o indicador "articular ideia" continua sendo o mais frequente na coleção Química Ser Protagonista. Além disso, mesmo com a introdução do novo ensino médio e uma nova abordagem nos livros didáticos, a contextualização permanece como foco principal, representando 56,5% dos indicadores totais.

**Tabela 22.** Indicadores de Alfabetização Científica no PNLD 2021 a 2023

| <b>Indicador</b>           | <b>L5</b>   |             | <b>L6</b>   |             | <b>P1</b>   |             | <b>P2</b>   |             | <b>Total</b> |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
|                            | <b>M.A.</b> | <b>NANO</b> | <b>M.A.</b> | <b>NANO</b> | <b>M.A.</b> | <b>NANO</b> | <b>M.A.</b> | <b>NANO</b> |              |
| <b>Articular Ideia</b>     | 119         | 02          | 04          | 01          | 93          | 01          | 12          | 03          | 235          |
| <b>Ler em Ciência</b>      | 17          | 00          | 01          | 00          | 14          | 00          | 07          | 02          | 41           |
| <b>Argumentar</b>          | 09          | 00          | 01          | 00          | 08          | 00          | 02          | 00          | 20           |
| <b>Investigar</b>          | 03          | 00          | 01          | 00          | 08          | 00          | 04          | 00          | 16           |
| <b>Problematizar</b>       | 05          | 00          | 01          | 00          | 05          | 00          | 02          | 00          | 13           |
| <b>Escrever em Ciência</b> | 05          | 00          | 01          | 00          | 03          | 00          | 01          | 00          | 10           |
| <b>Atuar</b>               | 02          | 00          | 00          | 00          | 07          | 00          | 02          | 00          | 11           |
| <b>Criar</b>               | 00          | 00          | 00          | 00          | 01          | 00          | 03          | 00          | 04           |
|                            | <b>160</b>  | <b>02</b>   | <b>09</b>   | <b>01</b>   | <b>139</b>  | <b>01</b>   | <b>33</b>   | <b>05</b>   | <b>350</b>   |
|                            | <b>162</b>  |             | <b>10</b>   |             | <b>140</b>  |             | <b>38</b>   |             |              |

Fonte: Autora, 2023.

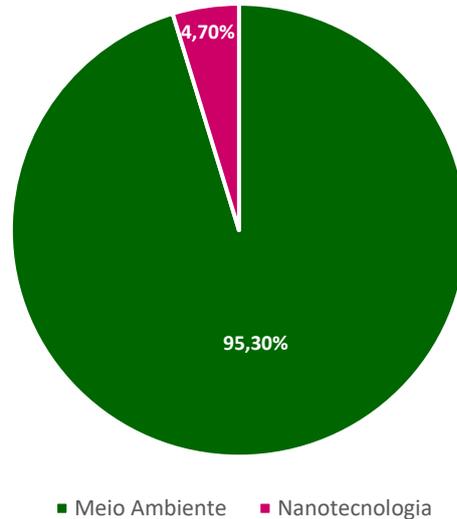
Além da contextualização, é relevante observar que o indicador "ler em ciências" é o segundo mais abordado no material didático, representando 21,1% dos indicadores totais. Esse dado reforça a presença significativa de elementos visuais, como imagens, tabelas, gráficos e infográficos, na abordagem da temática de Meio Ambiente.

Apesar do aumento no número de livros, páginas e projetos, os materiais didáticos não passaram por mudanças substanciais em relação às dificuldades observadas. É evidente, inclusive, que mesmo dentro de uma proposta que promove metodologias ativas, a abordagem de alguns indicadores, como "criar" e "atuar", é desafiadora e, em alguns momentos, praticamente inexistente nos livros didáticos.

Este triênio em particular registra o maior quantitativo de indicadores em comparação

com os anteriores, no entanto, sua distribuição é ainda mais discrepante. Conforme ilustrado no gráfico abaixo, 95,3% das questões identificadas estão relacionadas às temáticas ambientais, enquanto o conteúdo de nanotecnologia apresenta uma incidência menor.

**Gráfico 3.** Percentual das temáticas no PNLD 2021 a 2023



Fonte: Autora, 2023.

Além da disparidade entre as duas temáticas, o PNLD atual revela um aspecto negativo em comparação aos períodos anteriores. Anteriormente, apesar das lacunas consideráveis ou de pequenas ocorrências, ainda eram observadas incidências em todos os eixos temáticos. No entanto, pela primeira vez ao longo da análise dos 17 livros, notou-se a ausência de conteúdos relacionados aos eixos de energia, lixo, água, agricultura e indústria. Cada um desses temas deixa de ser abordado em pelo menos um dos livros, diferentemente do eixo de poluição, que é contemplado em todos eles.

**Tabela 23.** Eixos temático em Meio Ambiente nos livros no PNLD 2021 a 2023

| Eixo Temático      | L1        | L2        | L3        | L4        | L5         | L6        | P1         | P2        | Total      |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| <b>Poluição</b>    | 05        | 18        | 17        | 06        | 120        | 04        | 85         | 10        | <b>265</b> |
| <b>Energia</b>     | 06        | 06        | 16        | 00        | 00         | 00        | 05         | 00        | <b>33</b>  |
| <b>Lixo</b>        | 04        | 05        | 03        | 01        | 05         | 00        | 45         | 20        | <b>83</b>  |
| <b>Água</b>        | 00        | 04        | 05        | 00        | 21         | 03        | 01         | 00        | <b>34</b>  |
| <b>Agricultura</b> | 06        | 08        | 00        | 00        | 13         | 02        | 00         | 00        | <b>29</b>  |
| <b>Indústrias</b>  | 00        | 06        | 03        | 00        | 01         | 00        | 03         | 03        | <b>16</b>  |
|                    | <b>21</b> | <b>47</b> | <b>44</b> | <b>07</b> | <b>160</b> | <b>09</b> | <b>139</b> | <b>33</b> | <b>460</b> |

Fonte: Autora, 2023.

Em contrapartida, apesar da diminuição em comparação ao triênio anterior, houve uma mudança nas ocorrências. Cinco dos seis eixos temáticos são contemplados aqui, sendo que o

único não contemplado é o eixo saúde. Em relação às análises anteriores, a temática de Nanotecnologia avançou um pouco neste PNLD, no sentido de abordar mais eixos temáticos, como fontes energéticas, pontos negativos e meio ambiente, que nunca haviam sido abordados pela coleção.

**Tabela 24.** Eixos temático em Nanotecnologia nos livros no PNLD 2021 a 2023

| <b>Eixo Temático</b>                   | <b>L1</b> | <b>L2</b> | <b>L3</b> | <b>L4</b> | <b>L5</b> | <b>L6</b> | <b>P1</b> | <b>P2</b> | <b>Total</b> |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| História e Conceitos em Nanotecnologia | 04        | 03        | 03        | 00        | 02        | 01        | 00        | 03        | <b>16</b>    |
| Tecnologia                             | 03        | 00        | 00        | 00        | 00        | 00        | 00        | 00        | <b>03</b>    |
| Meio Ambiente                          | 00        | 00        | 00        | 00        | 00        | 00        | 00        | 02        | <b>02</b>    |
| Fontes Energéticas                     | 00        | 01        | 00        | 00        | 00        | 00        | 00        | 00        | <b>01</b>    |
| Pontos negativos                       | 00        | 00        | 00        | 00        | 00        | 00        | 01        | 00        | <b>01</b>    |
| Saúde                                  | 00        | 00        | 00        | 00        | 00        | 00        | 00        | 00        | <b>00</b>    |
|  | <b>07</b> | <b>04</b> | <b>03</b> | <b>00</b> | <b>02</b> | <b>01</b> | <b>01</b> | <b>05</b> | <b>23</b>    |

Fonte: Autora, 2023.

Os textos que exibem imagens e conceitos relacionados à Nanotecnologia são comuns nesta coleção; no entanto, apresentam os mesmos problemas que os materiais didáticos anteriores. Eles não se aprofundam para explicar determinados pontos, apenas mostram uma imagem ou figura que contenha escala nanométrica. Em nenhum dos livros é explicado o que isso significa, como está vinculado a uma escala de medidas convencionais, como centímetros ou metros, e qual é a sua representação.

### 5.2.5 PANORAMA GERAL (PNLD 2012 – 2023)

Após análise dos quatro triênios em que a coleção esteve presente nas escolas públicas brasileiras, foram registradas 1.473 ocorrências no total, considerando as duas temáticas. A tabela a seguir apresenta uma visão geral para cada PNLD individualmente e para o conjunto.

**Tabela 25.** Panorama geral dos IAC dentro dos PNLD 2012 a 2021

| <b>Eixo Temático</b>       | <b>2012 - 2014</b> | <b>2015 – 2017</b> | <b>2018 – 2020</b> | <b>2021 - 2023</b> | <b>Total</b> | <b>%</b> |
|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|----------|
| <b>Articular Ideia</b>     | 166                | 140                | 197                | 273                | 776          | 52,7%    |
| <b>Problematizar</b>       | 14                 | 87                 | 102                | 22                 | 225          | 15,3%    |
| <b>Ler em Ciência</b>      | 83                 | 18                 | 19                 | 102                | 222          | 15,1%    |
| <b>Argumentar</b>          | 25                 | 10                 | 13                 | 29                 | 77           | 5,2%     |
| <b>Investigar</b>          | 12                 | 12                 | 18                 | 27                 | 69           | 4,7%     |
| <b>Escrever em Ciência</b> | 07                 | 13                 | 17                 | 12                 | 49           | 3,3%     |
| <b>Atuar</b>               | 05                 | 10                 | 05                 | 11                 | 31           | 2,1%     |

|              |            |            |            |            |              |             |
|--------------|------------|------------|------------|------------|--------------|-------------|
| <b>Criar</b> | 07         | 05         | 05         | 07         | 24           | 1,6%        |
|              | <b>319</b> | <b>295</b> | <b>376</b> | <b>483</b> | <b>1.473</b> | <b>100%</b> |

Fonte: Autora, 2023.

Observa-se que o indicador ‘ideias articuladas’ continua sendo o de maior destaque, como também foi constatado na análise individual de cada Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Essa tendência revela que em ambos os temas há um potencial significativo para contextualizar o conteúdo, representando 52,7% do total de ocorrências. Além disso, chama a atenção o aumento do número de ocorrências ao longo dos triênios no indicador ‘investigar’, o que sugere um crescimento de instâncias que proporcionaram aos alunos a oportunidade de discutir e compartilhar ideias em grupos, o que é um aspecto positivo.

Essas constatações sugerem que as temáticas de Meio Ambiente e Nanotecnologia têm sido abordadas de forma a incentivar a reflexão, a diálogo e a interação dos alunos com os conteúdos, o que pode contribuir para uma educação mais contextualizada e significativa. Esta abordagem, mediante a articulação de ideias e o estímulo à investigação, promove o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico e a participação ativa dos aprendizes no processo educativo.

Todavia, é imperativo enfatizar que outros indicadores revelam tendências desfavoráveis, dada a sua variação considerável entre os anos de 2012 e 2021. Um exemplo notório é a observância dos indicadores "problematizar" e "ler em ciências". Por outro lado, o indicador "investigar" evidencia um desempenho inicialmente modesto, experimentando um aumento substancial entre os ciclos de adoção do PNLD em 2015 e 2018; não obstante, registra uma queda acentuada no último triênio.

Neste contexto, Aires e Lambach (2010) enfatizam a importância da problematização em livros didáticos de química, considerando que, quando devidamente organizadas, tais problematizações promovem uma rede de interdisciplinaridade, estabelecendo conexões com várias áreas do conhecimento.

As oscilações observadas nos indicadores ao longo dos anos podem sugerir variações nas abordagens pedagógicas e conteúdos veiculados nos livros didáticos, além de mudanças nas políticas educacionais que possivelmente influenciaram a orientação dada às temáticas de Meio Ambiente e Nanotecnologia nos materiais didáticos ao longo do período analisado. É de suma importância considerar cuidadosamente a análise dessas tendências para aprimorar o desenvolvimento de materiais educacionais mais adequados e eficazes.

A análise dos indicadores por temática possibilita uma compreensão mais abrangente das duas áreas em relação às habilidades a serem desenvolvidas com base nos Indicadores de

Alfabetização Científica (IAC). Os dados fornecidos nas tabelas 25 e 26 apresentam os resultados referentes às temáticas de Meio Ambiente e Nanotecnologia, respectivamente.

**Tabela 26.** Panorama geral dos IAC em MEIO AMBIENTE dentro dos PNLD 2012 a 2021

| <b>Eixo Temático</b>       | <b>2012 - 2014</b> | <b>2015 – 2017</b> | <b>2018 – 2020</b> | <b>2021 - 2023</b> | <b>Total</b> |
|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| <b>Articular Ideia</b>     | 160                | 131                | 186                | 259                | 736          |
| <b>Problematizar</b>       | 12                 | 76                 | 85                 | 22                 | 195          |
| <b>Ler em Ciência</b>      | 74                 | 16                 | 18                 | 93                 | 201          |
| <b>Argumentar</b>          | 23                 | 10                 | 12                 | 29                 | 74           |
| <b>Investigar</b>          | 12                 | 12                 | 18                 | 27                 | 69           |
| <b>Escrever em Ciência</b> | 06                 | 12                 | 17                 | 12                 | 47           |
| <b>Atuar</b>               | 05                 | 10                 | 05                 | 11                 | 31           |
| <b>Criar</b>               | 07                 | 05                 | 05                 | 07                 | 24           |
|                            | <b>299</b>         | <b>272</b>         | <b>346</b>         | <b>460</b>         | <b>1.377</b> |

Fonte: Autora, 2023.

A tabela que descreve os indicadores relacionados aos conteúdos de Meio Ambiente reflete, em grande parte, o panorama geral, uma vez que a temática de Meio Ambiente compreende 93,5% das ocorrências totais. Isso implica que os indicadores referentes ao Meio Ambiente seguem as tendências gerais.

O aspecto mais saliente entre os indicadores continua sendo o de "ideias articuladas", associado à contextualização. Contudo, é crucial salientar os pontos negativos evidenciados pelos indicadores "atuar" e "criar", que se destacam por representarem o oposto do indicador de "ideias articuladas". Cada um desses indicadores corresponde a 2,25% e 1,75% das ocorrências totais, respectivamente, totalizando 4% das incidências globais. Essa baixa porcentagem sugere uma redução significativa nas atividades que proporcionam aos alunos momentos de protagonismo e participação ativa no contexto da formação ambiental. Esta característica não se limita a um determinado triênio, série ou autor, mas aparece de forma recorrente nas análises realizadas nos livros da coleção QSP.

No entanto, é pertinente observar que essa não constitui uma questão exclusiva da coleção Química Ser Protagonista. De acordo com Colombo (2014), as tentativas de incorporar a educação ambiental de maneira ativa e transversal têm sido um desafio persistente no contexto educacional brasileiro desde a implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). A autora ressalta que as questões relacionadas à educação ambiental não podem ser abordadas de forma isolada, pois isso comprometeria a concretização da participação ativa almejada por parte dos alunos.

Em contrapartida ao tratamento do conteúdo de Meio Ambiente, a abordagem da Nanotecnologia revela um novo cenário e enfrenta algumas dificuldades. A presença de

indicadores para esta temática é escassa e, em certos aspectos, praticamente inexistente, como pode ser evidenciado a seguir.

**Tabela 27.** Panorama geral dos IAC em nanotecnologia nos PNLD 2012 a 2021

| <b>Eixo Temático</b>       | <b>2012 - 2014</b> | <b>2015 – 2017</b> | <b>2018 – 2020</b> | <b>2021 – 2023</b> | <b>Total</b> |
|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| <b>Articular Ideia</b>     | 06                 | 09                 | 11                 | 14                 | 40           |
| <b>Problematizar</b>       | 02                 | 11                 | 17                 | 00                 | 30           |
| <b>Ler em Ciência</b>      | 09                 | 02                 | 01                 | 09                 | 21           |
| <b>Argumentar</b>          | 02                 | 00                 | 01                 | 00                 | 03           |
| <b>Escrever em Ciência</b> | 01                 | 01                 | 00                 | 00                 | 02           |
| <b>Investigar</b>          | 00                 | 00                 | 00                 | 00                 | 00           |
| <b>Atuar</b>               | 00                 | 00                 | 00                 | 00                 | 00           |
| <b>Criar</b>               | 00                 | 00                 | 00                 | 00                 | 00           |
|                            | <b>20</b>          | <b>23</b>          | <b>30</b>          | <b>23</b>          | <b>96</b>    |

Fonte: Autora, 2023.

As ocorrências totais relacionadas à temática da Nanotecnologia, embora substancialmente inferiores se comparadas àquelas referentes ao Meio Ambiente, correspondem a um resultado previsível. Tonet e Leonel (2019) mencionam o ponto crucial que justifica essa disparidade, uma vez que a abordagem da Nanotecnologia foi introduzida no contexto educacional brasileiro em 2006, configurando-se como um subtema da física moderna e contemporânea no âmbito das Orientações Curriculares para o Ensino Médio, no campo das Ciências Naturais e Matemática (BRASIL, 2006).

Ao examinar o panorama abrangente dos eixos temáticos no âmbito do meio ambiente, torna-se evidente que tais eixos exibem ocorrências diferenciadas. O eixo temático mais proeminente é o da poluição, como explicado por Faria (2014), que justifica esse destaque como uma tendência recorrente nas discussões ambientais. O autor ainda ressalta o papel crucial desempenhado pela mídia, que frequentemente busca ressaltar questões ambientais e suas implicações em níveis local, regional e global.

**Tabela 28.** Panorama geral dos eixos temáticos em Meio Ambiente (PNLD 2012 – 2021)

| <b>Eixo Temático</b> | <b>2012 - 2014</b> | <b>2015 – 2017</b> | <b>2018 – 2020</b> | <b>2021 - 2023</b> | <b>Total</b> |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Poluição             | 103                | 110                | 102                | 265                | <b>580</b>   |
| Lixo                 | 50                 | 45                 | 70                 | 83                 | <b>248</b>   |
| Energia              | 62                 | 48                 | 68                 | 33                 | <b>211</b>   |
| Água                 | 43                 | 41                 | 64                 | 34                 | <b>182</b>   |
| Agricultura          | 21                 | 19                 | 22                 | 29                 | <b>91</b>    |
| Indústrias           | 20                 | 09                 | 20                 | 16                 | <b>65</b>    |
|                      | <b>299</b>         | <b>272</b>         | <b>346</b>         | <b>460</b>         | <b>1.377</b> |

Fonte: Autora, 2023.

Santos et al. (2011) reforça o papel da química como uma ferramenta por meio da qual

a educação ambiental deve ser abordada, visto que ela faz parte do processo contínuo de aprendizagem dos cidadãos. Essa perspectiva se destaca como uma das principais características evidenciadas no eixo referente ao tema do lixo, frequentemente representada de maneira a estabelecer relações sociais diretas, especialmente ao abordar tópicos como reciclagem, coleta seletiva, reutilização e outros conteúdos correlatos.

Similarmente aos triênios anteriores, o panorama atual igualmente reflete as características dos triênios individuais, destacando-se os setores da agricultura e indústrias como indicadores de menor proeminência, respectivamente. Esses dados revelam que, em relação às questões ambientais, existem preocupações imediatas, tais como a poluição, o gerenciamento de resíduos e a adoção de fontes de energia mais limpas. No entanto, a abordagem de tópicos como agrotóxicos, indústrias em geral, tratamento de esgoto, e outros, não é desenvolvida de maneira expressiva.

No que diz respeito aos eixos relacionados à nanotecnologia, os conceitos em nanotecnologia persistem como os de maior ocorrência, representando 84,4% de todos os indicadores. Embora essa porcentagem seja significativa, ela evidencia a principal dificuldade encontrada na coleção, ou seja, a presença de exemplificações momentâneas que carecem de conexões diretas e explícitas com o conteúdo abordado nos capítulos.

**Tabela 29.** Panorama geral dos eixos temáticos em Nanotecnologia (PNLD 2012 – 2021)

| <b>Eixo Temático</b>                   | <b>2012 - 2014</b> | <b>2015 – 2017</b> | <b>2018 – 2020</b> | <b>2021 - 2023</b> | <b>Total</b> |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| História e Conceitos em Nanotecnologia | 18                 | 22                 | 25                 | 16                 | <b>81</b>    |
| Tecnologia                             | 01                 | 01                 | 05                 | 03                 | <b>10</b>    |
| Meio Ambiente                          | 00                 | 00                 | 00                 | 02                 | <b>02</b>    |
| Fontes Energéticas                     | 00                 | 00                 | 00                 | 01                 | <b>01</b>    |
| Pontos negativos                       | 00                 | 00                 | 00                 | 01                 | <b>01</b>    |
| Saúde                                  | 01                 | 00                 | 00                 | 00                 | <b>01</b>    |
|  | <b>20</b>          | <b>23</b>          | <b>30</b>          | <b>23</b>          | <b>96</b>    |

Fonte: Autora, 2023.

Os eixos de meio ambiente, fontes energéticas, pontos negativos e saúde apresentam a menor incidência na coleção. Com exceção do eixo saúde, todos os outros só surgem nos Programas Nacionais do Livro Didático (PNLDs) de 2021 a 2023, em decorrência da transição para o novo currículo do Ensino Médio.

No entanto, vale destacar que outras pesquisas, realizadas em coleções diferentes, em triênios diferentes como a de Lopes Neto (2022), sugere a mesma tendência vista durante esta pesquisa, não há uniformidade na distribuição sobre as temáticas em livros de química.

## **SEÇÃO 6: PROPOSTA DE PRODUTO EDUCACIONAL - LIVRO: PROMOVENDO O CONTEÚDO DE NANOTECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE PARA SOCIEDADE**

Essa seção, tem como foco a proposta do produto educacional para a promoção dos conteúdos de Nanotecnologia e Meio Ambiente para o Ensino Médio. A partir dela, será detalhada: 6.1 – Justificando a proposta; 6.2 - Os conceitos básicos de Nanotecnologia e Meio Ambiente; e 6.3 – Validação do livro didático.

### **6.1 Justificando a proposta**

O livro sobre “**NANOTECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE**”, surge como proposta de Produto Educacional e integra os resultados da pesquisa desenvolvida durante a dissertação, com ênfase nos Indicadores de Alfabetização Científica.

Carneiro *et al.* (2005) esclarecem que existe uma dificuldade em adotar livros didáticos de ciências da natureza que incorporem abordagens e metodologias capazes de contribuir para a mudança da prática docente e causar impacto na formação científica e social dos alunos. Entende-se que os livros didáticos precisam acompanhar o avanço da sociedade; eles não são mais apenas um material de consulta e verificação de conceitos, mas possuem o poder de contribuir, instigar e desenvolver habilidades científicas nos alunos da educação básica.

Considerando essa perspectiva, o produto educacional surge como uma proposta de material didático com o objetivo de abordar as temáticas de Nanotecnologia e Meio Ambiente, visando atender às dificuldades enfrentadas em sala de aula, tanto por parte dos professores quanto dos estudantes em relação aos conteúdos mencionados. Sua construção foi pautada na identificação das lacunas e defasagens encontradas na avaliação dos livros didáticos da coleção QSP (2012 a 2021), além de considerar a escassez de trabalhos direcionados ao Ensino de Nanotecnologia na educação básica a partir do levantamento bibliográfico realizado.

Ferraro (2011) ressalta que, desde a concepção até o uso final, a leitura desempenha um papel essencial na elaboração e utilização de livros didáticos. Esse aspecto assume particular importância para os livros em foco, uma vez que possibilita uma abordagem diversificada do texto, levando em consideração as disposições individuais, culturais e sociais de cada um dos leitores, no caso, os estudantes.

Cabe também destacar o papel dos livros didáticos na história dos povos e da sociedade. Sua utilização remonta a cerca de 2.500 a.C. na Mesopotâmia, relacionada à institucionalização do ensino de matemática e ao surgimento dos escribas. Além disso, é relevante ressaltar o uso dos livros na China do século VI d.C., abrangendo diversas áreas de conhecimento, assim como

na Grécia, com o uso multidisciplinar do livro "Os elementos" de Euclides, que apresenta as bases da geometria e outras disciplinas (FERRARO, 2011).

Dentre o que se constitui material escolar, Lajolo (1996) aponta alguns objetos envolvidos nas atividades-fim da escola: computadores, livros, cadernos, vídeo, canetas, mapas, lápis de cor, televisão, giz e lousa, entre outras coisas. Dentre esses materiais, a autora ressalta o livro didático como um dos objetos que possui influência direta na aprendizagem.

Dentro do contexto apresentado, o livro elaborado, atuando como produto educacional, tem seu foco primordial direcionado ao aluno. Reconhecendo que os livros didáticos exercem papéis cruciais na criação, disseminação e assimilação de conhecimento, especialmente quando sua difusão está sob a responsabilidade das instituições escolares.

## 6.2 Os conceitos básicos de Nanotecnologia e Meio Ambiente

O livro "NANOTECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE: Aprendendo sobre o mundo Nano" possui um total de 137 páginas e é estruturado em unidades, textos, quadros e atividades. Sua elaboração teve como objetivo abordar os conceitos de Nanotecnologia e Meio Ambiente de maneira integrada.

**Figura 11.** Livro Nanotecnologia e Meio Ambiente em 3D



Fonte: Autora, 2023.

A tabela abaixo, mostra a organização e os temas centrais de cada conteúdo do material didático, organizados em 18 textos, 14 atividades, sugestões de materiais como história em quadrinhos, locais para visita com exposições voltadas para a temática.

**Tabela 30.** Organização e temas centrais do livro Nanotecnologia e Meio Ambiente

| <b>ORGANIZAÇÃO</b> | <b>TEMA CENTRAIS</b>  |
|--------------------|---|
| <b>UNIDADE 1</b>   | <b>CONHECENDO O MUNDO NANOTECNOLÓGICO</b>   |
| TEXTO 1            | Sorria, você está sendo filmado!  |
| PERGUNTAS          | Quanto você sabe?   |
| TEXTO 2            | Nanociência & nanotecnologia  |
| TEXTO 3            | Entenda a escala Macro, Micro e Nano  |
| INFOGRÁFICO        | Passado e presente da Nanotecnologia  |
| BOX 1              | Covid-19 e Nanotecnologia: o que é nanômetro?   |
| TEXTO 4            | Técnica de caracterização   |
| TEXTO 5            | Nanopartículas de ouro para impressões digitais   |
| ATIVIDADE 1        | Utilizando as técnicas de caracterização  |
| <b>UNIDADE 2</b>   | <b>AO NOSSO REDOR</b>   |
| TEXTO 6            | Onde encontramos a Nanotecnologia?  |
| ATIVIDADE 2        | Onde você encontra a nanotecnologia ao seu redor?   |
| TEXTO 7            | Nanotecnologia, a aliada do meio ambiente   |
| ATIVIDADE 3        | O lugar onde eu vivo: Entrevista  |
| BOX 2              | Substância natural nanoestruturada em goma do cajueiro: atividade biológica contra a leishmaniose |
| TEXTO 8            | Aerossol: o que é, tipos e impactos ambientais  |
| ATIVIDADE 4        | Atividade experimental: foi o aerossol?   |
| TEXTO 9            | Roupas e Nanotecnologia   |
| ATIVIDADE 5        | É apenas coisa de super-heróis?   |
| TEXTO 10           | Nanotecnologia e o petróleo nas praias do litoral brasileiro                                      |
| ATIVIDADE 6        | Elaborando a sua própria manchete   |
| BOX 3              | Veneno de caracol marinho pode ser usado como analgésico a partir da Nanociência                  |
| <b>UNIDADE 3</b>   | <b>DE OLHO NO PRESENTE E NO FUTURO</b>  |

|              |   |
|--------------|---|
| TEXTO 11     | Nanopartículas com ações antifúngicas que promovem uma vida útil maior para frutos e flores                               |
| ATIVIDADE 7  | História em quadrinhos: Química e as frutas   |
| TEXTO 12     | Nanofibra de açafrão pode revolucionar curativos na medicina  |
| ATIVIDADE 8  | Decomposição do açafrão   |
| TEXTO 13     | Remédio em nanoescala   |
| ATIVIDADE 9  | Planejando um podcast noticioso   |
| BOX 4        | Nanotecnologia permite a criação de um robô camaleão que se camufla em menos de um segundo                                |
| TEXTO 14     | Nanotecnologia e os Bioplásticos  |
| ATIVIDADE 10 | Atividade experimental: produção de bioplásticos  |
| TEXTO 15     | QTNano Talks: Novos (nano) materiais aplicados à conversão de energia solar   |
| ATIVIDADE 11 | Estudo de caso: a falta de energia do sr. Carlos  |
| TEXTO 16     | Nanotecnologia será utilizada para desenvolvimento de fertilizante de liberação lenta com matéria-prima de base florestal |
| ATIVIDADE 12 | Utilizando infográficos   |
| TEXTO 17     | Nanotecnologia e purificação de água: solução para a crise da água doce?  |
| ATIVIDADE 13 | Editando um vídeo em pequenos grupos: compartilhando descobertas em vídeo   |
| TEXTO 18     | Desvantagens da Nanotecnologia  |
| ATIVIDADE 14 | PENSANDO UM POUCO   |
| PERGUNTAS    | Quanto você aprendeu?   |
| SUGESTÕES    | Livros e museus de ciência  |
| REFERÊNCIAS  | Separada por texto  |

Fonte: Autora, 2023.

O ponto central da organização do livro está vinculado a três unidades que delimitam os níveis dos conteúdos visualizados no livro. A unidade 1 (CONHECENDO O MUNDO NANOTECNOLÓGICO) busca explorar conteúdos iniciais e fundamentais para entender a temática, tais como: o que é a nanotecnologia? Como o meio ambiente está ligado ao tema? Escala nanométrica, o que é um material? Linha do tempo da temática, uso de nanopartículas para revelação de impressões digitais, como o covid-19 está relacionado à escala nanométrica

e explicação de dimensões e tamanhos a partir de analogias com árvores.

A unidade 2 (AO NOSSO REDOR) busca explorar os conteúdos de nanotecnologia e meio ambiente a partir de aplicações do cotidiano e atividades ao nosso redor. Dos textos que buscam explorar e explicar aos alunos como a temática é aplicada na nossa vida, como por exemplo, onde encontramos a Nanotecnologia ao nosso redor, focando nos setores de produção que utilizam a mesma, Nanotecnologia aliada ao Meio Ambiente, a utilização do cajueiro uma árvore nativa da região litorânea do nordeste brasileiro com grande potencial científico, a utilização dos aerossóis, roupas inteligentes, como a Nanotecnologia ajudou no desastre ambiental relacionado ao derramamento de petróleo no litoral brasileiro e como o veneno de um caracol marinho presente na região do nordeste brasileiro ajudou na produção de um analgésico a partir da nanociência.

**Figura 12.** Representação da Unidade 2 – Ao nosso redor



Fonte: Autora, 2023.

Além das temáticas centrais citadas acima, a unidade 2 também buscou trabalhar as atividades com os alunos dentro de um contexto atual e reflexivo. Lajolo (1996) frisa a importância de situações coletivas em sala de aula para a aprendizagem de conteúdos, valores e atitudes específicas, destacada no livro não apenas a partir da leitura dos textos, mas também pela realização das atividades que o material sugere. Sendo assim, a unidade 2 explora questões coletivas, como entrevistas na escola, no bairro e em sua própria casa, reflexões de forma coletiva e individual de como as duas temáticas estão inseridas em nosso cotidiano, pesquisa em diferentes fontes buscando explicar fatos científicos e atividades experimentais de baixo custo.

A unidade 3 (DE OLHO NO PRESENTE E NO FUTURO), a última do livro, busca encerrar o livro abordando os dois níveis anteriores, explorando conceitos básicos da Nanotecnologia e do Meio Ambiente. Para essa unidade, os conteúdos apresentados são mais complexos e enfatizam ainda mais a abordagem interdisciplinar e transversal das duas temáticas, principalmente da Nanotecnologia. É possível perceber um diálogo maior com a química e o medicamento, através de textos que tratam sobre remédios em nanoescala, curativos a partir de nanofibras de açafraão e nanopartículas que promovem ação antifúngica. Além dessas temáticas, também são explorados outros temas, como nanomateriais aplicados e convertidos em energia solar, bioplásticos, fertilizantes, purificação de água e proteção da Nanotecnologia.

As atividades dessa unidade, assim como as outras duas, são diversificadas e buscam trabalhar os conteúdos teóricos a partir de diversas vertentes e formas. As atividades incluem: produção de história em quadrinhos, atividades experimentais de baixo custo, planejamento e execução de uma podcast noticioso, estudo de caso com a produção de um relatório, onde o aluno se coloca no lugar de um especialista, utilização de infográficos, produção e compartilhamento de vídeos para as redes sociais, além de questões de cunho pessoal e um questionário final sobre o que foi aprendido durante todo o livro.

**Figura 13.** Página interna sobre “Nanotecnologia e nanociência”

### PRODUÇÃO DE NANOMATERIAIS

A produção de nanomateriais pode ser realizada a partir de dois métodos, conhecidos como "bottom-up" (de baixo para cima) e "top-down" (de cima para baixo).

**DE CIMA PARA BAIXO**  
REDUÇÃO DA DIMENSÃO DO DISPOSITIVO  
↓  
MINIATURIZAÇÃO  
**ABORDAGEM FÍSICA**

**DE BAIXO PARA CIMA**  
MONTAR ESTRUTURAS A PARTIR DE MOLÉCULAS  
↓  
REPLICANDO A NATUREZA  
**ABORDAGEM QUÍMICA**

PRODUTO FINAL ENTRE AS DUAS TÉCNICAS

Sobre cada uma das abordagens e exemplos de aplicação:

**"Top-down"** tem a perspectiva de obtenção de nanomateriais a partir do material na escala macroscópica, ou seja, a produção do "macro para o nano". Exemplos de técnicas desta abordagem incluem o processo de moagem, as técnicas fotolitográficas e a engenharia de precisão

**"Bottom-up"** consiste na produção de nanoestruturas construídas átomo a átomo, ou molécula por molécula, ou mesmo através de aglomerados de átomos ou moléculas. Exemplos de técnicas com essa abordagem incluem diferentes sínteses químicas, técnicas que visam à auto-organização de átomos e moléculas e técnicas que visam à organização específica de moléculas e átomos.

- 19 -

### O PAI DA NANOTECNOLOGIA

A Nanotecnologia é algo recente se comparado a outras áreas de estudo. Em 1959, Richard Feynman foi o primeiro a dar início a essa revolução, chamando a atenção para a dimensão atômica e afirmando em sua palestra que "Existe muito espaço lá embaixo". Foi a partir do olhar visionário de Feynman, que antecipou vários aspectos como miniaturização, manipulação e controle de elementos em escala atômica, que essa revolução tecnológica é chamada hoje no dia de Nanotecnologia.

Richard Feynman, conhecido como "pai da Nanotecnologia"

Norio Taniguchi foi o responsável por cunhar o nome "nanotecnologia"

Apesar de Feynman ser conhecido como o "pai" da Nanotecnologia, o termo em si foi criado em 1974 por Norio Taniguchi, 15 anos após a palestra de Feynman. O termo englobava em seu significado a ideia de que máquinas conseguem níveis de tolerância inferiores a um micron (1000 nm).

A partir daí, diversos acontecimentos ao longo da história fizeram com que a nanotecnologia ocupasse um lugar importante na sociedade e alcançasse o ponto atual em que acompanháremos de forma mais aprofundada sobre a temática.

- 20 -

Além dos textos e atividades, ao final do livro, há sugestões de história em quadrinhos sobre Nanotecnologia e Meio Ambiente, bem como indicações de locais para visitação e realiza o de atividades informais de ensino sobre Nanotecnologia.

### 6.3 Valida o do livro didático

Esta etapa tem como objetivo apresentar a valida o conduzida para o produto educacional. Esse procedimento contou com a participa o de cinco indivíduos, a saber: um doutor em Química com especializa o na área de Nanotecnologia, um mestre em Química com ênfase no ensino da disciplina, um educador de uma institui o de ensino pública, um educador de uma institui o de ensino privada e um estudante universitário que está prestes a concluir sua gradua o.

A valida o foi realizada em duas etapas: a primeira envolveu a apresenta o do produto educacional, enquanto a segunda compreendeu o preenchimento de um formulário online. A apresenta o do produto educacional foi conduzida de forma virtual, mediante um vídeo previamente gravado com a dura o de 28 minutos, hospedado na plataforma de cria o de vídeos instrucionais "Loom", e disponibilizado aos participantes. O principal objetivo deste vídeo foi elucidar a organiza o do livro, os conteúdos oferecidos, os tópicos abordados e a estrutura geral do material.

O formulário, aplicado após a exibi o do vídeo, foi composto por 10 perguntas abertas com o propósito de registrar as opiniões e percep es dos participantes. A tabela a seguir apresenta as questões incluídas no referido formulário.

**Tabela 31.** Formulário de valida o do produto educacional

| Pergunta | Enunciado  |
|----------|--|
| 01       | Você conheceu ou conhece algum material didático focado nas temáticas de Nanotecnologia e Meio Ambiente?   |
| 02       | O modelo do livro produzido favorece a prática do ensino de química?   |
| 03       | Você acredita que o livro teria potencial para ser aplicado na educa o básica?   |
| 04       | Os temas do material didático apresentado são relevantes para o ensino de Química na educa o básica?   |
| 05       | Avaliando os conteúdos presentes no livro, você acredita que os textos e atividades apresentados são adequados para o Ensino Médio?  |
| 06       | Na sua opinião o material didático pode ser usado (replicado) em diferentes contextos locais e diferentes problemas afins? Exemplo: O conteúdo do livro   adequado para estudantes da região norte e também da região sul? Esse foi apenas um exemplo, tente imaginar outros fatores além dos culturais. |
| 07       | De acordo com as atividades mostradas na apresenta o, você acredita que elas   |

|    |  |
|----|--|
|    | apresentam de maneira clara e objetivamente a forma como ela deve ser aplicada/realizada?  |
| 08 | O design do livro é atraente?<br>Considere, por exemplo: cores, como as informações foram dispostas, tamanho das imagens, fonte legível e o que você achar pertinente. |
| 09 | Estruturalmente o livro apresenta uma divisão adequada? Você considera os assuntos abordados em uma ordem satisfatória?  |
| 10 | Você indicaria este material a outro docente?  |

Fonte: Autora, 2023.

A tabela acima apresenta as questões formuladas aos participantes, todas elas de caráter aberto, a fim de permitir respostas individuais e pessoais. O propósito subjacente a essas indagações consistiu em validar, de acordo com o perfil estabelecido, composto por profissionais de diversos níveis de formação, as suas opiniões em relação ao livro. Dada a restrição temporal para a condução da pesquisa e o desenvolvimento do produto educacional, a ênfase foi direcionada ao processo de elaboração do material didático e à validação por parte dos docentes quanto à sua utilidade e aplicabilidade em sala de aula.

Todos os participantes, de forma unânime, declararam não conhecerem materiais dedicados às temáticas de nanotecnologia e meio Ambiente. Além disso, demonstraram um alto nível de entusiasmo em relação à utilização do material didático para enriquecer o ensino de Química. Alguns dos participantes deram as seguintes opiniões:

**PARTICIPANTE 1:** *“Acredito que favoreça de forma considerável para abordagens alternativas para o ensino de química. Uma vez que seu conteúdo é trabalhado de forma didaticamente atraente para os leitores que buscam novas metodologias para ensinar um tema tão complexo quanto a nanotecnologia em sala de aula, com informações de seu cotidiano, atividades experimentais, e linguagem menos rebuscada.”*

**PARTICIPANTES 2:** *“Sim! Quando vi a apresentação do livro, lembrei que a prática docente também visa a construção do conhecimento científico, e sem dúvidas o livro tem alto potencial para alfabetização científica, sem contar que cada conteúdo envolve o contexto social do educando, favorecendo o ensino-aprendizagem.”*

Com base nas respostas fornecidas anteriormente, é evidente que houve uma preocupação em relação a abordagens alternativas para o ensino das duas temáticas, bem como uma atenção ao contexto social dos alunos. Isso é especialmente notável devido à consideração de que cada participante atua em diferentes contextos, incluindo professores de áreas rurais e

urbanas, regiões metropolitanas e interiores.

Os participantes demonstraram satisfação em relação à aplicação do livro na educação básica, especialmente no que se refere ao seu uso no ensino de química. Um dos participantes ressaltou a importância da presença de características regionais, exploradas a partir da fauna e flora em alguns exemplos do livro:

**PARTICIPANTE 3:** *“Sim, pela abordagem de temas do cotidiano do aluno como meio ambiente tanto de forma geral, quanto específica como quando é questionado em algumas atividades sobre características da região onde o livro é aplicado.”*

Neves e colaboradores (2017) enfatizam a importância da utilização de exemplos concretos e relevantes no ensino de ciências, particularmente no campo da química, dado o seu elevado grau de abstração, que muitas vezes requer uma compreensão visual. Nesse contexto, a escolha de abordar conceitos relacionados a nanopartículas e propriedades dos materiais por meio de materiais distintivos da região nordeste, como o cajueiro, caranguejos e outros exemplos, foi adotada para facilitar a compreensão dos alunos levando em consideração aspectos regionais.

Um dos aspectos de destaque no desenvolvimento deste recurso educacional é a ênfase na atribuição de significado às atividades contidas no livro. Essa ênfase se concentra na criação de conexões entre o conhecimento científico, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente, visando proporcionar um contexto mais amplo e relevante para as atividades educacionais.

Entretanto, é fundamental que essas atividades desenvolvidas estejam intrinsecamente vinculadas ao contexto científico e sejam construídas com base em uma realidade viável. Além disso, é crucial que a produção, adaptação e utilização do material didático levem em consideração os aspectos regionais e culturais, não apenas uma, mas todas. No questionário, uma das perguntas tinha como objetivo avaliar a adequação dos textos e atividades para o ensino médio. Os professores expressaram sua opinião da seguinte maneira:

**PARTICIPANTE 2:** *“Considero favorável para aplicação no Ensino Médio, pois além de abordar os assuntos de numa linguagem acessível para o segundo grau, despertando interesse do aluno para os temas, ainda trabalha com a prática dos mesmos com atividades metodologicamente diversificadas.”*

**PARTICIPANTE 4:** *“Sim. Totalmente adequados.”*

**PARTICIPANTE 5:** *“Sim; o livro traz conteúdo do cotidiano (um exemplo marcado de envolvimento da ciência com o cotidiano é quando após a temática "entendendo a escala macro, micro e nano", você indica que o aluno escolha uma árvore de sua região para fazer um esquema que já havia sido supracitado), daí já está visível que o material prioriza também o protagonismo do aluno, uma das coisas que nós docentes mais deveríamos priorizar. Existe também muitas perguntas norteadoras o que facilita o ensino-aprendizagem porque facilita a construção de um pensamento crítico e reflexivo, uma das habilidades que devemos trazer para os alunos, de acordo com a BNCC. Seu livro está de acordo com várias competências gerais no que se refere à BNCC relacionada a prática docente na educação básica. Só fiquei curiosa com uma coisa e um pouco preocupada; na parte que fala sobre "tecnologia de caracterização de materiais", fiquei pensando como os textos sobre MEV, MET, AFM, MOLP, DSC e os outros foram escritos, porque normalmente não vemos e não lemos sobre isso no ensino médio e os alunos têm muita dificuldade de visualização a respeito de quase todos os assuntos da química. Mas de modo geral, acredito que os textos e atividades têm total adequação para o ensino de Química na educação básica.”*

Também se indagou sobre a aplicação do material didático em contextos locais diversos e em relação a problemas correlatos distintos. Abaixo, apresentam-se as respostas obtidas:

**PARTICIPANTE 3:** *“Sim. Trabalho em uma escola de zona rural que segue os princípios da educação do campo e, ainda assim, é algo que pode ser trabalhado tranquilamente. Nada que pequenas explicações prévias e adaptações na linguagem não resolvam.”*

**PARTICIPANTE 5:** *“Acredito que sim, não percebi nenhum tema que prioriza uma região apenas, trata-se de contextos gerais da sociedade, de compreensão coletiva. Algumas temáticas está à nível mundo como, por exemp'lo, o caso da covid-19.”*

No que diz respeito às atividades propostas no recurso educacional, procurou-se avaliar a percepção dos professores em relação à sua aplicação em sala de aula. Eles reconheceram que as atividades são apresentadas de forma clara e objetiva. No entanto, foi possível observar, com base nas respostas, que, embora achem o conteúdo claro e objetivo, alguns professores demonstraram algum receio em relação à sua aplicação devido ao fato de envolverem recursos digitais, como podcasts, edição de vídeo e infográficos. Esse receio foi mais evidente em atividades que utilizam essas ferramentas, uma vez que alguns professores

não tinham experiência prévia com elas. Por outro lado, as atividades experimentais foram consideradas unanimemente como de fácil aplicação.

Além do conteúdo do livro, buscou-se avaliar a estrutura gráfica do mesmo, todos os participantes se mostraram contentes com o material.

**PARTICIPANTE 1:** *“Sim, ficou muito atraente.”*

**PARTICIPANTE 5:** *“Sim. Achei as cores atrativas, pensando como uma aluna, um livro se torna mais atrativo por conta das imagens, das cores presentes nas imagens e em como o texto está estruturado.”*

Apesar de acharem o material atraente, um dos professores sugeriu a utilização das cores verde e amarelo para enfatizar ainda mais as questões ambientais, uma vez que a cor predominante do material didático é o azul.

Com relação à ordem dos conteúdos na estruturação do material, as respostas obtidas também foram satisfatórias, como pode ser observado nas opiniões abaixo:

**PARTICIPANTE 2:** *“Sim, ele apresenta uma evolução fluida entre os conteúdos apresentados e as atividades propostas.”*

**PARTICIPANTE 3:** *“Sim, ficou muito boa. Os assuntos também ficaram numa ordem satisfatória.”*

Por fim, a última pergunta do formulário buscava saber a opinião dos participantes sobre a recomendação do livro 'Nanotecnologia e Meio Ambiente: Aprendendo sobre o mundo nano' a outros professores da educação básica. Todas as respostas foram favoráveis e positivas, como pode ser observado na resposta abaixo, uma das obtidas:

**PARTICIPANTE 4:** *“Sim, sem dúvidas. É um material muito criativo, muito didático, com alto poder visual o que facilita a chamada de atenção dos alunos, sem contar na relevância dos conteúdos.”*

Em termos gerais, a validação do produto junto aos professores pode ser considerada muito positiva. As considerações fornecidas foram fundamentais para ajustar pequenos detalhes no livro. Portanto, com base nas opiniões dos professores, o livro pode ser considerado validado e, dessa forma, adequado para a educação básica.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos neste estudo, cujo objetivo foi analisar qualitativamente o potencial de alfabetização científica nas áreas de meio ambiente e nanotecnologia, utilizando os indicadores propostos por Pizarro (2014), bem como realizar uma revisão do estado da arte das publicações sobre o ensino de Nanotecnologia e Meio Ambiente no Brasil, foi possível identificar lacunas relacionadas à disponibilidade de recursos didáticos para essas temáticas.

Durante a pesquisa, ficou evidente que a coleção 'Química Ser Protagonista' apresenta desafios e lacunas no que diz respeito ao tratamento das duas temáticas. Apesar do grande número de ocorrências relacionadas às questões ambientais, observa-se uma falta de equilíbrio entre os indicadores, resultando em números não homogêneos. A abordagem da temática da nanotecnologia é a mais desfavorecida das duas, chegando a ser praticamente inexistente em relação a certas habilidades essenciais para o trabalho com os alunos, como escrita científica e proposição de soluções para problemas.

É importante ressaltar que a análise realizada abrangeu um período de 12 anos em que a coleção integrou o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Apesar de apresentar alguns avanços em termos de ocorrências gerais, a coleção não demonstrou progressos significativos em nenhuma das duas temáticas. Essa constatação se mantém evidente na coleção do PNLD 2021 a 2023, que foi desenvolvida para o novo ensino médio e está alinhada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Mesmo diante das mudanças no cenário educacional, não foram observadas melhorias substanciais; pelo contrário, houve uma diminuição na abordagem das duas temáticas.

Contudo, constatou-se que a limitada adesão não se circunscreve exclusivamente aos livros didáticos. Durante a revisão do estado da arte na área de nanotecnologia e meio ambiente, observou-se que as temáticas relacionadas ao meio ambiente e à química ambiental têm experimentado um aumento considerável nos últimos 10 anos, com um volume substancial de publicações, em contrapartida aos trabalhos voltados para o ensino de nanotecnologia, que se apresentam de forma menos proeminente.

No que concerne à temática da nanotecnologia, é possível observar que, nos objetivos de pesquisa dos artigos analisados, o foco estava direcionado para atividades de caráter experimental. Essa ênfase coincide com uma das limitações identificadas durante o processo de validação do livro didático, que se relaciona ao receio por parte de alguns participantes em relação ao uso de recursos digitais, embora todos se sintam à vontade e aptos para conduzir

atividades experimentais. Essa constatação ressalta que a prática de atividades experimentais é uma característica inerente ao ensino de ciências.

Todos esses resultados apresentam uma visão geral do ensino das duas temáticas no contexto do ensino de ciências e química. Esse panorama serviu como base para o desenvolvimento de um livro didático como um recurso educacional destinado à educação básica.

Almeja-se que o livro possa ser uma possibilidade para professores como uma ferramenta para aproximar o ensino básico com as temáticas de meio ambiente e nanotecnologia. Acima de tudo, que o livro possa ser uma ferramenta para que alunos desenvolvam suas habilidades e possam ser alfabetizados cientificamente.

Esta pesquisa contribuiu para o entendimento do ensino de Nanotecnologia e Meio Ambiente na perspectiva da alfabetização científica. Além disso, ressaltou a importância de superar as práticas tradicionais, oferecendo a professores e alunos a oportunidade de explorar além do aspecto experimental, o que é essencial para tornar a alfabetização científica uma realidade e para formar cidadãos ativos na sociedade. Nesse contexto, o produto educacional desenvolvido apresenta uma relevância substancial para atender à demanda atual da educação. Se utilizado de forma integrada com a realidade de cada ambiente escolar e do Brasil, ele pode promover avanços significativos na educação básica brasileira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIRES, Joanez Aparecida; LAMBACH, Marcelo. Contextualização do ensino de química pela problematização e alfabetização científica e tecnológica: uma possibilidade para a formação continuada de professores. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 1, 2010.
- AMORIM, Natália; SILVA, Regina de Lima. APRESENTAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE TABELAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE MATEMÁTICA DO 4º E 5º ANOS DO ENSINO FUNDAMENTAL Presentation and use of tables in mathematics textbooks in the end of primary school. **Em Teia| Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v. 7, n. 1, 2016.
- ANDRADE, Ana Maria Ribeiro de; CARDOSO, José Leandro Rocha. Aconteceu, virou manchete. **Revista brasileira de História**, v. 21, p. 243-264, 2001.
- ANDRÉ, Marli. Pesquisa em educação: buscando rigor e qualidade. **Cadernos de pesquisa**, p. 51-64, 2001.
- Auler, D., & Delizoicov, D.. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA PARA QUÊ?. **Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências** (Belo Horizonte), 3(2), 122–134, 2001.
- BANDEIRA, Denise. Materiais didáticos. **Curitiba, PR: IESDE**, 2009.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011
- BEDIN, Everton; DEL PINO, José Claudio. Dicumba–o aprender pela pesquisa em sala de aula: os saberes científicos de química no contexto sociocultural do aluno. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias: Góndola, Ens Aprend Cienc**, v. 13, n. 2, p. 338-352, 2018.
- BORDINHÃO, Jacqueline Pintor; SILVA, Elias do Nascimento. O uso dos materiais didáticos como instrumentos estratégicos ao ensino-aprendizagem. **Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXV**, n. 000073, 2015.
- EICHLER, Marcelo Leandro; DEL PINO, José Claudio. A produção de material didático como estratégia de formação permanente de professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, 2010.
- BOWYER, Jane. **Scientific and Technological Literacy: Education for Change**. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. World Conference on Education for All. Thailand, March 5-9, 1990.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. 2. ed. Brasília: Secretaria da Educação Básica, 2006. 135 p. Disponível em: . Acesso em: 15 maio 2019.
- CADIOLI, Luiz Paulo; SALLA, Luzia Dizulina. Nanotecnologia: um estudo sobre seu histórico, definição e principais aplicações desta inovadora tecnologia. **Revista de Ciências exatas e tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 98-105, 2006.
- CANDAU, Vera Maria Ferrão. Sociedade, cotidiano escolar e cultura (s): uma

aproximação. **Educação & Sociedade**, v. 23, p. 125-161, 2002.

CARNEIRO, Maria Helena da Silva et al. Livro didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 2, p. 119-130, 2005.

CECHINEL, Andre et al. Estudo/análise documental: uma revisão teórica e metodológica. **Revista Criar Educação**, v. 5, n. 1, 2016.

CELLARD, A. A análise documental. In: POUPART, J. et al. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis, **Voices**, 2008.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, p. 89-100, 2003.

CHAVES, Lígia Maria Martinho Pereira; SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Pesquisa qualitativa em livros didáticos: revelando abordagens no ensino de química. **Indagatio Didactica**, p. 659-674, 29 ago. 2019.

COLOMBO, Silmara Regina. A Educação Ambiental como instrumento na formação da cidadania. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 2, p. 067-075, 2014.

COSTA, Angelo Brandelli; ZOLTOWSKI, Ana Paula Couto. Como escrever um artigo de revisão sistemática. **Manual de produção científica**, p. 55-70, 2014.

DALFOVO, M. S.; LANA, R. A.; SILVEIRA, A. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. *Revista Interdisciplinar Científica Aplicada*, Blumenau, v.2, n.4, p.01-13, 2008.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. *Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks: Sage, 2011.

DIAS, Érika; PINTO, Fátima Cunha Ferreira. Educação e Sociedade. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 104, p. 449-454, set. 2019.

DIMER, Frantiescoli A. et al. Impactos da nanotecnologia na saúde: produção de medicamentos. **Química Nova**, v. 36, p. 1520-1526, 2013.

FARIA, Daniel Da Silva. **Análise e proposta de temas ambientais para o ensino de química no nível médio**. 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

FARIA, Edinete Maria et al. Nanotecnologia e meio ambiente: uma análise sobre os riscos e benefícios dessa tecnologia em um contexto atual. **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 9, n. 1, p. 18-26, 2013.

FERRARO, Juliana Ricarte. A produção dos livros didáticos: uma reflexão sobre imagem, texto e autoria. **Revista Cadernos do Ceom**, v. 24, n. 34, p. 169-188, 2011.

FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. As pesquisas denominadas "estado da arte". **Educação & sociedade**, v. 23, p. 257-272, 2002.

- FLICK, Uwe. Desenho da pesquisa qualitativa. In: **Desenho da pesquisa qualitativa**. 2009. p. 164-164.
- FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa-3**. Artmed editora, 2008.
- FRANCO, Maria Laura Puglisi Barbosa. **Análise de Conteúdo**. 5ª edição, São Paulo: Editora Autores Associados, 2018. 96 p.
- FREITAS, OLGA. **Equipamentos e materiais didáticos**. Brasília: Universidade de Brasília, 2009. 132 p.
- GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; PLUYE, Pierre; RICARTE, Ivan Luiz Marques. Métodos de pesquisa mistos e revisões de literatura mistas: conceitos, construção e critérios de avaliação. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, v. 8, n. 2, p. 4-24, 2017.
- GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; RICARTE, Ivan Luiz Marques. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da informação**, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019.
- GERALDINO, Carlos Francisco Gerencsez. Uma definição de meio ambiente. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 18, n. 2, p. 403-415, 2014.
- GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 3, p. 20-29, jun. 1995.
- GONÇALVES, Irlen Antonio. Alfabetização científica, tecnológica ou científico tecnológica?. **Paidéia**, 2022.
- GÜNTHER, Hartmut. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão?. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 22, p. 201-209, 2006.
- HUPFFER, Haide Maria; LAZZARETTI, Luisa Lauermann. Nanotecnologia e sua regulamentação no Brasil. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v. 16, n. 3, p. 153-177, 2019.
- JUNIOR, Anísio Calciolari; SORIANO, Jeane Barcelos. A organização político-científica nos EUA nos anos de 1960 e seu impacto para a dimensão acadêmica da educação física. **Movimento**, v. 21, n. 2, p. 545-558, 2015.
- JÚNIOR, Antônio Fernandes Nascimento; SOUZA, DC de. Confecção e apresentação de material didático-pedagógico na formação de professores de Biologia: O que diz a produção escrita. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 2009, p. 1-12, 2009.
- KAPLÚN, Gabriel. Material educativo: a experiência de aprendizado. **Comunicação & Educação**, n. 27, p. 46-60, 2003.
- KLOETZEL, Kurt. **O que é meio ambiente**. Brasiliense, 2017.
- KRIPKA, R.; SCHELLER, M.; BONOTTO, D. L. Pesquisa documental: considerações sobre conceitos e características na pesquisa qualitativa. Atas CIAIQ2015. **Investigação Qualitativa em Educação/Investigación Cualitativa en Educación**, v. 2, p. 243-247, 2015.

LAJOLO, Marisa. **Livro didático: um (quase) manual didático.** In: Em aberto. Brasília, DF, n. 69, 1996. pp. 40-49.

LIMA, José Ossian Gadelha de. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, Maringá, Paraná, n. 136, p. 95-101, set. 2012.

LINO, M. F. S. ; SÁ, M. V. F. ; SILVA, C. M. . QUÍMICA AMBIENTAL: ENFRENTANDO OS PROBLEMAS AMBIENTAIS COM A EDUCAÇÃO. In: VI CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO- VI CONEDU, 2019, Fortaleza-CE. **Anais VI CONEDU**. Campina Grande-PB: Editora Realize, 2019. v. 1.

LISBOA, Julio Cezar Foschini *et al.* **Ser protagonista: química**, v. 1, 2 e 3 – Ensino médio. 1. ed. São Paulo: Edições SM, 2011.

LISBOA, Julio Cezar Foschini *et al.* **Ser protagonista: química**, v. 1, 2 e 3 – Ensino médio. 2. ed. São Paulo: Edições SM, 2014.

LISBOA, Julio Cezar Foschini *et al.* **Ser protagonista: química**, v. 1, 2 e 3 – Ensino médio. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

LOPES NETO, José. **A alfabetização científica contida em nanociência e nanotecnologia nos livros didáticos de química.** 2022. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de São Paulo, Diadema, 2022.

LORENZ, Karl M.; BARRA, Vilma Marcassa. Produção de Materiais Didáticos de Ciências no Brasil, Período 1950 a 1980 [The Development of Science Education Materials in Brazil from 1950 to 1980]. **Ciência e Cultura**, p. 1970, 1986.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 3, p. 45-61, 2001.

MARQUES, Carlos Alberto *et al.* Visões de meio ambiente e suas implicações pedagógicas no ensino de química na escola média. **Química Nova**, v. 30, p. 2043-2052, 2007.

MAXIMIANO, Flavio A. *et al.* Química Ambiental e Química Verde no conjunto do conhecimento químico: concepções de alunos de graduação em Química da Universidade de São Paulo. **Educación química**, v. 20, n. 4, p. 398-404, 2009.

MILLER, Jon D. Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review. **Daedalus**, n. 112, p. 29-48, 1983.

MÓL, G. de S. Pesquisa qualitativa em ensino de química. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 5, n. 9, p. 495–513, 2017. Disponível em: <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/140>. Acesso em: 6 out. 2022.

NEVES, José Luis. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisas em administração, São Paulo**, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.

NEVES, Natalia Nascimento *et al.* Produção de material didático no ensino de química: contribuições no desenvolvimento de um ensino contextualizado e significativo. **SOUTH American Journal of basic education, technical and technological**, v. 4, n. 2, 2017.

NOÉ, Alberto. A relação educação e sociedade os fatores sociais que intervêm no processo educativo. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, v. 5, n. 03, p. 21-26, 2000.

NUNES, E. T.; SILVA, I. P.; MERCADO, L. P. L. LEVANTAMENTO DOS TEMAS TIC E EAD NOS PERIÓDICOS QUALIS. **Informática na educação: teoria & prática**, Porto Alegre, v. 19, n. 3 set/dez, 2017. DOI: 10.22456/1982-1654.62116. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/InfEducTeoriaPratica/article/view/62116>. Acesso em: 23 jul. 2022.

Ohlsson, S. The cognitive skill of theory articulation: A neglected aspect of science education?. **Sci Educ** 1, 181–192 (1992). <https://doi.org/10.1007/BF00572838>

OLIVEIRA, Abraão Felipe Santos de. Os indicadores de alfabetização científica: uma análise do tema água no livro didático de ciências dos anos iniciais do Ensino Fundamental. 2019. 217f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Educação, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Alagoas, 2019.

OLIVEIRA, Anselmo Gomes de; SILVEIRA, Dâmaris. A importância da Ciência para a sociedade. **Infarma-Ciências Farmacêuticas**, v. 25, n. 4, p. 169, 2013.

OLIVEIRA, Diana Nunes de et al. O ACOMPANHAMENTO DO PROGRAMA CIÊNCIA NA ESCOLA PARA EXPANSÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO AMAZONAS. **Revista Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 9, n. 18, 2016

PASCHOARELLI, Luis Carlos; MEDOLA, Fausto Orsi; BONFIM, Gabriel Henrique Cruz. Características Qualitativas, Quantitativas e Quali-quantitativas de Abordagens Científicas: estudos de caso na subárea do Design Ergonômico. **Revista de Design, Tecnologia e Sociedade**, v. 2, n. 1, p. 65-78, 2015.

PENICK, John E. Ensinando" alfabetização científica". **Educar em Revista**, n. 14, p. 91-113, 1998.

PEREIRA, D. R.; SOARES, Carla Juliana Silva; SILVA, Monique Gabriella Angelo da. Elaboração e Validação de um Instrumento de Análise para Livros Didáticos de Química na temática de Nanotecnologia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 46., 2023, Águas de Lindoia. **Anais [...]**. São Paulo: Sdq, 2023. p. 275-275.

PISTOIA, Rafael Piovesan *et al.* “O Ensino de Nanociências via Hidrofobicidade por meio de Módulo Didático Pedagógico”. **Desafios da Educação Brasileira: impactos e perspectivas**, Piracanjuba, v. 1, n. 1, p. 1-443, 2020.

PIZARRO, M. V., **ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NOS ANOS INICIAIS: NECESSIDADES FORMATIVAS E APRENDIZAGENS PROFISSIONAIS DA DOCÊNCIA NO CONTEXTO DOS SISTEMAS DE AVALIAÇÃO EM LARGA ESCALA**, 2014. 355f. TESE (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2014.

PIZARRO, Mariana Vaitiekunas; JUNIOR, Jair Lopes. Indicadores de alfabetização científica: uma revisão bibliográfica sobre as diferentes habilidades que podem ser promovidas no ensino de ciências nos anos iniciais. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.

20, n. 1, p. 208-238, 2015.

PORTO, Edimilson Antonio Bravo; KRUGER, Verno. Breve histórico do ensino de química no Brasil. **Encontro de Debates sobre o Ensino de Química**, 2013.

QUINA, Frank H. Nanotecnologia e o meio ambiente: perspectivas e riscos. **Química Nova**, v. 27, p. 1028-1029, 2004.

REBELLO, G. A. F. *et al.*. Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, p. 3-9, fev., 2012.

ROSENTAL, Claude; FRÉMONTIER-MURPHY, Camille. **Introdução aos métodos quantitativos em ciências humanas e sociais**. Porto Alegre: Instituto Piaget, 2001.

SALGE, Eliana Helena Corrêa Neves; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; SILVA, Lorrane Stéfane. Saberes para a construção da pesquisa documental. **Revista Prisma**, v. 2, n. 1, p. 123-139, 2021.

SANTOS, D. S. Práticas pedagógicas de extensão sobre nanotecnologia para o ensino e aprendizado de alunos do ensino médio. **In: Anais do Seminário Nacional do Ensino Médio Integrado**. Brasília, ISSN 2595-8496, 2018.

SANTOS, Fernanda Marsaro dos. Análise de conteúdo: a visão de Laurence Bardin. Resenha de: [BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011, 229p.] **Revista Eletrônica de Educação**. São Carlos, SP: UFSCar, v.6, no. 1, p.383-387, mai. 2012.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. A dimensão social do ensino de química—um estudo exploratório da visão de professores. **Anais do II ENPEC—Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Valinhos/Porto Alegre: ABRAPEC, CD-ROM, 1999.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; PORTO, Paulo Alves. A pesquisa em ensino de química como área estratégica para o desenvolvimento da química. **Química Nova**, v. 36, p. 1570-1576, 2013.

SARACEVIC, Tefko. Ciência da informação: origem, evolução e relações. **Perspectivas em ciência da informação**, v. 1, n. 1, 1996.

SÁ-SILVA, Jackson Ronie; ALMEIDA, Cristóvão Domingos de; GUINDANI, Joel Felipe. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista brasileira de história & ciências sociais**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2009.

SASSERON, L.H., Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula. 2008, 265p. **Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação**, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 49-67, 2015.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SCOLARO, Maria Angela. O uso dos Materiais Didáticos Manipuláveis como recurso pedagógico nas aulas de Matemática. **Acedido em**, v. 6, p. 1666-8, 2008.

SILVA, Andressa Hennig; FOSSÁ, Maria Ivete Trevisan. Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. **Qualitas revista eletrônica**, v. 16, n. 1, 2015.

SILVA, Késia Filadélfia Dionizio; SANTOS, Anyelly Gomes. A importância das divulgações e aproximações conceituais para o ensino da nanotecnologia: Uma revisão narrativa. **Editora Científica**, v. 1, p. 227-239, 2015.

SILVA, Virginia Roters da; LORENZETTI, Leonir. A alfabetização científica nos anos iniciais: os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática. **Educação e Pesquisa**, v. 46, p. e222995, 2020.

SOARES, C. J. S.; SILVA, M. G. A. DA; GONÇALVES, D. F. B. VALIDAÇÃO DE UM INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE ANÁLISE NA TEMÁTICA DE QUÍMICA AMBIENTAL NA COLEÇÃO QUÍMICA SER PROTAGONISTA PNLD 2018. **Notandum**, n. 57, p. 97-109, 23 ago. 2021.

SOBRAL, Fernanda A. da Fonseca. Educação para a competitividade ou para a cidadania social? **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 03-11, mar. 2000.

SOUZA, Kellcia Rezende; KERBAUY, Maria Teresa Miceli. Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação. **Educação e Filosofia**, v. 31, n. 61, p. 21-44, 2017.

TEIXEIRA, Francimar Martins. Alfabetização científica: questões para reflexão. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 19, p. 795-809, 2013.

TONET, Michele Duarte; LEONEL, André Ary. Nanociência e Nanotecnologia: uma revisão bibliográfica acerca das contribuições e desafios para o ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 431-456, 2019.

TREVIZAN, Zizi; SAMPAIO, Desireé LM. Docência e pesquisa na educação básica: a importância da análise documental de livros didáticos. **Cadernos de Educação**, n. 49, p. 60-75, 2014.

WARTHA Edson; FALJONI-ALÁRIO, Adelaide. A Contextualização no Ensino de Química Através do Livro Didático. *Química Nova na Escola*. Nº 22, nov/2005.

ZANETTE, Marcos Suel. Pesquisa qualitativa no contexto da Educação no Brasil. **Educar em Revista**, p. 149-166, 2017.

## APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL

Devido à extensão do material educacional e suas dimensões, ele será anexado como um código QR para acesso conveniente. Aqueles interessados poderão acessá-lo por meio da plataforma EduCapes.

