

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS A. C. SIMÕES  
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA LICENCIATURA

DIOGO RAMOS PEREIRA

**POTENCIAL DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM NANOTECNOLOGIA NAS  
COLEÇÕES DO LIVRO “QUÍMICA SER PROTAGONISTA” NOS PNLD DE 2012 A  
2021**

Maceió  
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS A. C. SIMÕES  
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA LICENCIATURA

DIOGO RAMOS PEREIRA

**POTENCIAL DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM NANOTECNOLOGIA NAS  
COLEÇÕES DO LIVRO “QUÍMICA SER PROTAGONISTA” NOS PNLD DE 2012 A  
2021**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto de Química e  
Biotecnologia da Universidade Federal de  
Alagoas, como requisito parcial à obtenção  
do título de Licenciatura em Química.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Monique G. Angelo  
da Silva  
Coorientadora: Ma. Carla Juliana Silva  
Soares

Maceió  
2023

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

Bibliotecária Responsável: Livia Silva dos Santos - CRB 1670

P436p Pereira, Diogo Ramos.  
Potencial de alfabetização científica em nanotecnologia nas coleções do livro  
“química ser protagonista” nos PNLD de 2012 a 2021 / Diogo Ramos Pereira. – 2023.  
49 f.:il.color.

Orientador: Monique G. Angelo da Silva Coorientadora:Carla  
Juliana Silva Soares.  
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Química: Licenciatura) –  
Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Química e Biotecnologia. Maceió, 2023.

Bibliografia: f. 46-49

1. Livro didático - Química. 2. Alfabetização científica. 3. Nanotecnologia – Ensino  
médio. I. Título.

CDU: 54:37

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar comigo em todos os momentos deste longo percurso, por ter me dado saúde, força e perseverança para que eu chegasse até aqui e colher os bons frutos deste grande sonho. A Nossa Senhora por toda intercessão para que eu pudesse passar por cada obstáculo na minha caminhada.

A minha mãe, Marta Ramos, por ter lutado e sonhado junto comigo e que, de fato, sem ela eu não teria conseguido. Muito obrigado por todo suporte e amor, por toda preocupação e cuidado, por ter segurado a minha mão nos piores momentos e pelos festejos de alegria em cada vitória.

Ao meu irmão, Gustavo Ramos, por ser meu companheiro a 22 anos e por fazer tão bem esse papel de irmão mais velho. Sou imensamente grato a Deus por te ter em minha vida e sou grato a você por está ao meu lado durante todo esse percurso me dando a força necessária para que eu pudesse continuar.

A minha tia, Marleide Ramos, por ser uma segunda mãe em minha vida, por lutar e “brigar” junto comigo pelos meus objetivos. Por toda preocupação e por cada auxílio nos momentos difíceis e por celebrar comigo desde as pequenas vitórias. E não menos importante, ao meu primo/irmão, Bernardo, te amo muito meu “B”. Ouvir o seu “estou com saudades, Didi. Te amo” me matava e ao mesmo tempo me confortava por saber que mesmo tão pequeno você estava/está na torcida por mim.

A minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Monique Angelo, a qual eu tenho maior carinho e admiração. Muito obrigado por toda orientação e cuidado, por cada “puxão” de orelha e por cada palavra de conforto quando as coisas não iam bem. Muito Obrigado por estar junto comigo em cada conquista, e tenha certeza que sem a Sr.<sup>a</sup>. eu não teria conseguido. Esses 4 anos ao seu lado foram incríveis e de suma importância para a culminância da minha graduação. Inclusive, o mestrado vem ai!!

A minha coorientadora e grande amiga, Ma. Carla Juliana, que ao longo desses quatro anos, foi minha dupla inseparável na pesquisa e na vida. Celebramos juntos grandes conquistas e estávamos um ao lado do outro em cada desafio. Muito obrigado, por cada orientação, concelhos e conversas, ao seu lado tive as maiores diversões nesses anos. Gratidão também, a sua família, por todo acolhimento.

Agradeço, a tia zefinha, Josefa Barros, por ter me acolhido em sua casa junto com sua família, e terem me tornado parte da família também.

Aos meus amigos que encontrei ao longo da graduação, em especial, Vitória, Lívia,

Orlando, Samara, Lídia, Carinne e Brunno. Saibam que vocês têm um espaço especial no meu coração e muito obrigado por terem tornado esse percurso árduo em uma caminhada bem mais leve.

Ao meu amigo/irmão, Pedro Henrique, por estar comigo em todos os momentos, por toda preocupação e cuidado. Eu sei que daí de Caruaru tem alguém torcendo muito por mim, assim como eu torço demais por você meu amigo.

Ao meu Grupo de Pesquisa, Ensino e Extensão em Química – Quiciência.

Ao Instituto de Química e Biotecnologia e a todo o seu corpo docente e universidade Federal de Alagoas por todo suporte.

“Porque sou eu que conheço os planos que tenho para vocês, diz o Senhor, planos de fazê-los prosperar e não de causar danos, planos de dar a vocês esperança e um futuro.” – Jeremias 29;11

## RESUMO

A Nanociência e Nanotecnologia são áreas centrais de ramos de pesquisa científica, estimulando o desenvolvimento e a inovação de diversos setores. E ainda assim, apesar de possuir importância reconhecida, a temática de Nanotecnologia não é devidamente abordada no ensino básico. Portanto presente trabalho, se propôs a analisar a temática de Nanotecnologia nas coleções do livro “Química Ser Protagonista” do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) nos triênios de 2012 a 2014, 2015 a 2017, 2018 a 2020 e 2021 a 2023 frente aos Indicadores de Alfabetização Científica – IAC propostos por Pizarro (2014) e do instrumento de análise “Eixos Temáticos em Nanotecnologia”, propostos por Pereira, Soares e Silva (2023). Para o estudo foram analisadas questões convencionais, questões de vestibulares e ENEM, projetos e textos complementares. Não foram consideradas para efeito do corpus dessa investigação as questões resolvidas dos livros. Com esse trabalho buscou-se avaliar se houve o desenvolvimento dos potenciais indicadores de alfabetização científica ao decorrer de cada triênio e, também, avaliou-se os materiais frente aos eixos temáticos Nanotecnologia, para que se pudesse identificar o potencial didático dessas coleções para o ensino de Química no ensino médio. Com o instrumento de análise, também foi feito um estudo acerca das questões do ENEM (2018-2022), para averiguar como a temática de nanotecnologia está sendo abordada ao longo dessas cinco últimas edições na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Com os resultados obtidos no trabalho foi possível identificar lacunas quando se trata da temática de nanotecnologia, tanto nos Indicadores de Alfabetização Científica quanto nos eixos temáticos. Contudo, a partir dessa pesquisa foram abertas portas para a elaboração de novos projetos, como a elaboração de um material complementar na temática estudada.

**Palavras Chaves:** Alfabetização Científica, Livro Didático, Nanotecnologia.

## ABSTRACT

Nanoscience and Nanotechnology are central areas of scientific research, stimulating the development and innovation of various sectors. And yet, despite its recognized importance, the topic of Nanotechnology is not adequately addressed in basic education. Therefore, this work proposed to analyze the theme of Nanotechnology in the collections of the book “Química Ser Protagonista” of the National Textbook Program (PNLD) in the three years from 2012 to 2014, 2015 to 2017, 2018 to 2020 and 2021 to 2023 in relation to Scientific Literacy Indicators – IAC proposed by Pizarro (2014) and the analysis instrument “Thematic Axes in Nanotechnology”, proposed by Pereira, Soares and Silva (2023). For the study, conventional questions, entrance exam and ENEM questions, projects and complementary texts were analyzed. The questions resolved in the books were not considered for the purposes of the corpus of this investigation. With this work, we sought to evaluate whether there was the development of potential indicators of scientific literacy over the course of each three-year period and, also, the materials were evaluated against the Nanotechnology thematic axes, so that the didactic potential of these collections for teaching could be identified. Chemistry in high school. Using the analysis instrument, a study was also carried out on the ENEM issues (2018-2022), to find out how the topic of nanotechnology is being addressed throughout these last five editions in the area of Natural Sciences and their Technologies. With the results obtained in the work, it was possible to identify gaps when it comes to the topic of nanotechnology, both in the Scientific Literacy Indicators and in the thematic axes. However, this research opened doors for the development of new projects, such as the development of complementary material on the topic studied.

**Keywords:** Scientific Literacy, Didactic Book, Nanotechnology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Ser Protagonista Projetos Integradores de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias.....	24
Figura 2	- Jovem Protagonista Projetos Integradores de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias .....	25
Figura 3	- Vitrais da Catedral de Milão.....	27
Figura 4	- Tratamento via Excel.....	31
	-	

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	- Quantitativo de Publicações por banco de dados.....	28
Gráfico 2	- Questões Vinculadas aos seus componentes curriculares.....	34
Gráfico 3	- Panorama geral da análise dos indicadores em nanotecnologia nos PNL D de 2012 a 2021.....	42
Gráfico 4	- Panorama Geral da análise dos eixos temáticos em nanotecnologia nos PNL D de 2012 a 2021.....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Indicadores de Alfabetização Científica .....	18
Tabela 2	- Características da coleção do PNLD de 2012 a 2014 .....	21
Tabela 3	- Características da coleção do PNLD de 2015 a 2017 .....	22
Tabela 4	- Características da coleção do PNLD de 2018 a 2020 .....	23
Tabela 5	- Livros da coleção do PNLD de 2021 a 2023.....	23
Tabela 6	- Dados gerais da coleção do PNLD de 2021 a 2023.....	25
Tabela 7	- Eixos Temáticos em nanotecnologia.....	30
Tabela 8	- Eixos Temáticos em nanotecnologia nas provas do ENEM (2018-2022).....	33
Tabela 9	- Indicadores de AC na temática de nanotecnologia no PNLD de 2012 a 2014....	35
Tabela 10	- Eixos temáticos em nanotecnologia no PNLD de 2012 a 2014.....	36
Tabela 11	- Indicadores de AC na temática de nanotecnologia no PNLD de 2015 a 2017....	37
Tabela 12	- Eixos temáticos em nanotecnologia no PNLD de 2015 a 2017.....	38
Tabela 13	- Indicadores de AC na temática de nanotecnologia no PNLD de 2018 a 2020....	39
Tabela 14	- Eixos temáticos em nanotecnologia no PNLD de 2018 a 2020.....	39
Tabela 15	- Indicadores de AC na temática de nanotecnologia no PNLD de 2021 a 2023....	40
Tabela 16	- Eixos temáticos em nanotecnologia no PNLD de 2021 a 2023.....	41

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Alfabetização Científica
CNLP	Comissão Nacional do Livro Didático
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FAE	Fundação de Assistência Ao Estudante
Fename	Fundação Nacional do Material Escolar
FNDE	Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação
IAC	Indicadores de Alfabetização científica
INAF	Indicador de Analfabetismo Funcional
INL	Instituto Nacional do livro Didático
LDB	Lei das Diretrizes e Bases da Educação Brasileira
MEC	Ministério da Educação
PCN	Parâmetros Nacionais Curriculares
Plidefe	Programa do Livro Didático para o Ensino Médio
PNLD	Plano Nacional do Livro Didático
QSP	Química Ser Protagonista
STM	Microscópio de Varredura por tunelamento

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	14
2	OBJETIVOS .....	16
2.1	Objetivo Geral .....	16
2.2	Objetivos específicos .....	16
3	INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E LIVRO DIDÁTICO .....	17
3.1	Alfabetização Científica .....	17
3.2	Indicadores de Alfabetização Científica .....	18
3.3	Livro didático .....	20
3.3.1	Livros didáticos de química e a coleção Química Ser Protagonista .....	21
4	NANOTECNOLOGIA E O ENSINO MÉDIO .....	26
4.1	Nanotecnologia: conceitos e breve histórico.....	26
4.2	Levantamento Bibliográfico: Nanotecnologia e o Ensino Médio .....	27
5	METODOLOGIA .....	29
5.1	Pré-análise .....	29
5.2	Identificação dos Indicadores de Alfabetização Científica .....	29
5.3	Classificação por Eixos Temáticos .....	30
5.4	Tratamento das Informações obtidas .....	30
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	33
6.1	Análise dos Eixos temáticos em Nanotecnologia nas provas do ENEM (2018- 2022) .....	33
6.2	Análise dos IAC e dos Eixos Temáticos em nanotecnologia na coleção QSP.....	35
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
8	REFERÊNCIAS .....	46

## 1. INTRODUÇÃO

A Nanociência e Nanotecnologia são áreas centrais de ramos de pesquisa científica, estimulando o desenvolvimento e a inovação de diversos setores como de Informática, Agropecuária, Meio Ambiente, saúde, Automotivos, Eletrônico, entre outros (ENGELMANN et al, 2021). Todo o desenvolvimento atual e futuro que ocorre de forma acelerada é resultado de interações entre a academia, as instituições governamentais e finalmente a indústria que é favorecida com toda a evolução alcançada. Consequentemente a sociedade consome os produtos, e é contemplada com um grande acervo de mercadorias desenvolvidos pela nanotecnologia.

E ainda assim, apesar de possuir importância reconhecida, a temática de Nanotecnologia não é devidamente abordada no ensino básico. É evidente que reconhecer aspectos químicos são extremamente relevantes, indispensáveis e de fundamental importância, e esse caminho de conhecimento não pode ser negado (FERREIRA, 2013). Principalmente, se levar em consideração as exigências dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e da Base Comum Curricular - BNCC do Ensino Médio.

A química é um componente curricular do Ensino Médio que está centrado no estudo da matéria, as transformações estruturais por ela sofridas bem como as variações de energia que acompanham estas transformações, a partir de sua composição íntima, com átomos e moléculas (ALMEIDA; MARRA, 2023). Além de tudo isso, ela busca aproximar o meio em que o aluno está inserido a uma realidade vivida, é justamente por isso que a química tem um caráter inter e multidisciplinar.

Porém, para que haja essa aproximação é necessário que os alunos consigam interpretar situações que apresentem um certo teor científico, de maneira que expressem opiniões e comentários sobre o fato ocorrido. E para que isso aconteça é necessário que o discente além da alfabetização normal, venha a ser alfabetizado cientificamente.

Segundo o relatório do Instituto Paulo Montenegro (2018), por meio do qual é divulgado o Indicador de Analfabetismo Funcional (INAF), 26% dos alunos do Ensino Médio (EM) são considerados analfabetos funcionais, ou seja, os mesmos não possuem ou não conseguem desenvolver atividades simples, como, leitura e interpretação de frases, reconhecimento de sinais, problemas básicos de ciências e matemática, entre outros. Dentre os campos em que se evidencia uma enorme

demanda de alfabetização, destaca-se a Educação em Ciências.

Uma das questões que deve ser pontuada quando se trata de alfabetização científica, é que não está se discutido sobre a formação de um “cientista”. Sasseron e Carvalho (2008), afirmam que o principal objetivo da alfabetização científica deve ser a formação de cidadãos críticos para a atuação na sociedade.

Para Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 49), A alfabetização científica na perspectiva que está sendo apresentada não objetiva treinar futuros cientistas, ainda que para isso possa contribuir. Objetiva sim, que os assuntos científicos sejam cuidadosamente apresentados, discutidos, compreendendo seus significados e aplicados para o entendimento do mundo. Assim, se faz necessário que os materiais didáticos, especificamente os livros, possibilitem de maneira efetiva na leitura de seus textos e na realização de suas atividades a alfabetização científica.

O olhar para os livros didáticos no Brasil, surge no Decreto-Lei 1.006, iniciada com a Legislação do Livro Didático (BRASIL, 1938), quando a partir daí o Estado começa a estabelecer as condições de produção, importação e utilização do livro didático. O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), é destinado a avaliar e a disponibilizar obras didáticas, pedagógicas e literárias, entre outros materiais de apoio à prática educativa, de forma sistemática, regular e gratuita (Brasil, 2019). É de responsabilidade do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), a distribuição das coleções propostas para as escolas de ensino público do Brasil.

Os livros didáticos possuem um papel importante no processo de aprendizagem, sendo considerado um dos principais recursos didáticos utilizado em sala de aula, que são uma das mais importantes referências de consulta para planejamento dos professores (BEGO et al., 2019).

Portanto, com tudo que foi citado anteriormente, surgiu a inquietação de analisar o Potencial de Alfabetização Científica em Nanotecnologia frente a questões e textos da coleção Química Ser Protagonista nos quatro últimos PNLD.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

A pesquisa tem como objetivo principal analisar o Potencial de Alfabetização Científica das coleções do livro didático “Química Ser Protagonista” (QSP) nos PNLD de 2012 a 2021 na temática de Nanotecnologia sob a luz dos Indicadores de Alfabetização Científica (IAC) propostos por Pizarro (2014).

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Pontuar concepções sobre AC e os IAC;
- Pontuar conceitos clássicos sobre nanotecnologia;
- Analisar as questões do ENEM nas últimas 5 edições frente aos eixos temáticos de nanotecnologia;
- Analisar o potencial de alfabetização científica nas questões e textos referentes a temática de nanotecnologia seguindo os parâmetros propostos por Pizarro (2014);
- Identificar por meio de um instrumento de análise “Eixos temáticos em nanotecnologia” proposto e validado por PEREIRA, SOARES e SILVA (2023) as questões e textos em nanotecnologia;
- Identificar as lacunas presentes em cada triênio analisado;

### 3. INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E LIVRO DIDÁTICO

Nessa sessão realizou-se uma revisão teórica sobre os principais pontos deste trabalho. São eles: 3.1 – alfabetização científica; 3.2 – indicadores de alfabetização científica; 3.3 – livro didático; 3.3.1 – livro didático de química e a coleção “Química Ser Protagonista.

#### 3.1 Alfabetização Científica

Os estudos referentes a Alfabetização Científica (AC) não são algo recente. Acredita-se que a primeira vez que o termo foi mencionado foi pelo autor Paul Hurd, em seu livro “Science Literacy; Its Meaning For American Schools”, do ano de 1958. Nesse trabalho, Hurd (1958) já contextualizava a ideia de AC comentando momentos e circunstâncias históricas importantes para o ensino de ciências (SASSERON; CARVALHO, 2011). Porém, o conceito de Alfabetização Científica não ficou tão claro por um longo tempo.

Mamede e Zimmermann (2007), abordam que a ideia de Alfabetização Científica é vista por alguns estudiosos como possuindo vieses distintos e necessários de serem observados para que seja compreendida e vislumbrada em diversas situações e ocasiões.

Um dos principais vieses para que haja a alfabetização científica é necessidade que o indivíduo já tenha tido contato com o código escrito, ou seja, com a alfabetização normal. É necessário que ele saiba ler e escrever.

Norris e Phillips (2003) enfatizam a importância desses dois pontos para que haja a AC.

“Ler e escrever estão intrinsecamente ligados à natureza da ciência e ao fazer científico e, por extensão, ao aprender ciência. Retirando-os, lá se vão a ciência e o próprio ensino de ciências também, assim como remover a observação, as medidas e o experimento destruiriam a ciência e o ensino dela.” (2003, p.226)

Para Chassot (2003, p. 91), para “ser alfabetizado cientificamente é necessário saber ler a linguagem em que está escrita na natureza, sendo, portanto, um analfabeto científico aquele incapaz de fazer uma leitura do universo”. Desse modo, a Alfabetização Científica pode ser definida como a capacidade do indivíduo de ler,

compreender e expressar opinião sobre os assuntos que envolvam ciência, partindo do pressuposto de que o indivíduo já tenha interagido com a educação formal, dominando, desta forma, o código escrito (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001).

Salienta-se que a AC tem como objetivo o fornecimento de meios para o aluno consiga desenvolver habilidades frente aos conhecimentos científicos adquiridos, sendo capaz de visualizar e resolver problemas no meio em que está inserido (SOARES, 2021).

### 3.2 Indicadores de Alfabetização Científica

Os Indicadores de Alfabetização Científica (IAC) são definidos por Sasseron e Carvalho (2008, p.338) como “ações nas quais os alunos podem realizar em atividades propostas pelo professor, que demonstrem habilidades.” Tendo como principal objetivo auxiliar o aluno na construção do conhecimento científico.

Para o trabalho em questão, os indicadores utilizados foram os da autora Pizarro (2014). São eles: ler em ciências, escrever em ciências, problematizar, argumentar, articular ideias, criar, atuar e investigar. Na tabela a seguir apresenta-se a definição de cada um deles.

**Tabela 1 – Indicadores de Alfabetização Científica**

<b>Indicadores de Alfabetização Científica</b>	<b>Definição</b>
<b>Articular ideias</b>	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.
<b>Investigar</b>	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.
<b>Argumentar</b>	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.
<b>Ler em Ciências</b>	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.
<b>Escrever em Ciências</b>	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.
<b>Problematizar</b>	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.
<b>Criar</b>	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.
<b>Atuar</b>	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)

Esses indicadores têm a função de mostrar algumas destrezas que devem ser trabalhadas quando se deseja colocar a AC em processo de construção entre os alunos. É importante que esse processo não seja apenas trabalhado nas séries iniciais, mas que ele se estenda ao largo de todo processo educacional, ou seja, do ensino fundamental ao ensino superior.

Pizarro (2014) destaca a importância de oferecer aos alunos situações nas quais eles precisem de um posicionamento e sintam-se responsáveis pelo conhecimento que produzem como alunos. Contudo, é necessário colocar o aluno em contato com o fazer científico, para que assim se tenha uma valorização da relevância de ações e procedimentos necessários para o avanço e a produção de conhecimentos científicos

### 3.3 Livro didático

Os livros didáticos são importantes mecanismos de uniformização de conceitos e de conteúdos de ensino e, em algumas realidades podem ser considerados como único recurso do professor (JUNIOR, 2009). Mesmo com todo avanço tecnológico os livros não perderam ao longo do tempo a sua eficácia frente ao aprendizado dos alunos.

Com a criação do Instituto Nacional do Livro Didático (INL) por volta do ano de 1937 houve-se as primeiras iniciativas para a divulgação e distribuição de obras de cunho educacional, literário e científico. A responsabilidade de planejar as atividades relacionadas com o livro didático e estabelecer convênios com órgãos e instituições que assegurassem a produção do livro didático era toda do Instituto (FREITAS; MOTTA; COSTA, 1987).

A Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD) foi criada através do mesmo decreto, para ela foram designados sete membros para a presidência (SOARES, 2021). A principal função dessa comissão era examinar e julgar os livros didáticos. Boméy (1984, p. 33) ressalta que “a comissão tinha muito mais função de um controle político ideológico que propriamente uma função didática”. Ou seja, a comissão avaliava apenas se os materiais continham informações que iam contra as políticas daquela época e de algum modo pudesse “ferir” as leis empostas naquele período.

Com a extinção do INL a Fundação Nacional do Material Escolar (Fename) assume a execução do programa do livro didático. No ano de 1983 a Fename é substituída, com a criação da Fundação de Assistência ao Estudante (FAE) que incorpora o Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (Plidef). Nesse mesmo ano foi proposto a participação dos professores na escolha do livro didático, bem como a ampliação do programa.

Apenas no ano de 1995 com a reforma da educação básica e a aprovação da nova lei de Diretrizes e bases da Educação brasileira (LDB) (Lei n.º 9.394/96), que o processo de avaliação dos livros didáticos tornou-se rotineiro e ficou como responsabilidade do Ministério da Educação (MEC), mais especificamente do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que avalia e disponibiliza as obras de maneira gratuita para as escolas do Brasil utilizando os seguintes critérios principais: Qualidade do texto verbal e do texto visual; Adequação de categoria, de tema e de gênero literário; Projeto gráfico-editorial; Qualidade do material de apoio (PNLD, 2020).

### 3.3.1 Livros didáticos de química e a coleção Química Ser Protagonista

Os livros didáticos de Química contribuem para a formação tanto do estudante como do professor, pois se compõe do conhecimento científico sistematizado em uma linguagem mais acessível (ARAUJO; LEITE, 2021). Desse modo, é necessário que esses materiais apresentem um encontro entre a ciência e os estudantes, relacionando seu cotidiano com o que é aprendido em sala de aula.

Sabe-se que o livro didático auxilia de maneira efetiva os docentes na construção de estratégias didático-pedagógicas para o ensino. No caso da Química, os livros didáticos devem apresentar conceitos, procedimentos e informações sobre a ciência, a tecnologia, o meio ambiente, a indústria, entre outros (FNDE, 2017).

É evidente que a utilização do livro didático de Química proporciona diversos benefícios para a aprendizagem do estudante e no trabalho do professor. É um material que pode ser utilizado de diversas maneiras para que possibilite um ensino voltado para a aprendizagem científica e relacione o dia a dia do aluno com o que está sendo abordado pelo livro, possibilitando a alfabetização científica (ARAUJO; LEITE, 2021).

A coleção “Química Ser Protagonista (QSP)” da editora SM, de acordo com o guia do livro didático fornecido pelo FNDE, encontra-se dentro das características do que os autores supracitados acima consideram ser um bom livro. É uma obra que evidencia o protagonismo do aluno e aborda conceitos científicos relacionando com práticas do dia a dia dos estudantes.

A obra QSP, de acordo com o FNDE, é uma das coleções que aparece em posição de destaque no PNLD desde 2012 quando foi lançada a primeira edição do livro. Segue abaixo, a descrição de cada triênio distribuído dessa obra:

- **PNLD (2012 A 2014)**

Essa primeira coleção apresenta três volumes, um para cada série do ensino médio. Segue as características desse primeiro triênio:

**Tabela 2 – Características da Coleção do PNLD de 2012 a 2014**

<b>Características</b>	<b>1º Ano</b>	<b>2º Ano</b>	<b>3º Ano</b>
<b>Unidades</b>	10	8	8
<b>Capítulos</b>	21	21	22
<b>Páginas</b>	416	404	429

<b>Questões</b>	1354	1091	1007
<b>Autores</b>	Julio Lisboa, Murilo Antunes	Julio Lisboa, Murilo Antunes	Julio Lisboa, Murilo Antunes

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

Nos capítulos encontram-se os conteúdos químicos acrescidos das seções, nas quais estão as propostas de atividades, leituras relacionadas ao tema do capítulo com questões contextualizadas, referências para o planejamento do estudo do capítulo, a Química no vestibular e no Enem, e propostas de projetos com envolvimento da comunidade escolar. (FNDE, 2012).

- **PNLD (2015 a 2017)**

A coleção de 2015 também apresenta três volumes e a apresenta as seguintes características:

**Tabela 3 – Características da Coleção do PNLD de 2015 a 2017**

<b>Características</b>	<b>1º Ano</b>	<b>2º Ano</b>	<b>3º Ano</b>
<b>Unidades</b>	10	8	4
<b>Capítulos</b>	17	18	13
<b>Páginas</b>	320	304	380
<b>Questões</b>	885	761	624
<b>Autores</b>	Julio Lisboa, Murilo Antunes	Julio Lisboa, Murilo Antunes	Julio Lisboa, Murilo Antunes

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

A distribuição dos conteúdos segue a forma convencionalmente utilizada, ou seja: Química Geral e Inorgânica no volume 1, Físico-Química e Radioatividade no volume 2 e Química Orgânica no volume 3. Em relação ao Livro do Aluno, a coleção 23 estrutura-se em unidades de conteúdo, divididas em capítulos. Cada unidade aborda um tema geral da Química, que é explorado e discutido em diversas seções, com objetivos próprios, informados pelos autores (FNDE, 2017).

- **PNLD (2018 a 2020)**

Esse triênio é faz parte da última coleção que antecede o Novo Ensino médio, ainda como as coleções anteriores, ela conta com três volumes que são distribuídos

da seguinte maneira:

**Tabela 4 – Características da Coleção do PNLD de 2018 a 2020**

<b>Características</b>	<b>1º Ano</b>	<b>2º Ano</b>	<b>3º Ano</b>
<b>Unidades</b>	4	4	4
<b>Capítulos</b>	14	13	13
<b>Páginas</b>	1249	904	848
<b>Questões</b>	3452	2270	2028
<b>Autores</b>	Julio Lisboa, Murilo Antunes	Julio Lisboa, Murilo Antunes	Julio Lisboa, Murilo Antunes

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

Nas páginas iniciais de cada capítulo, apresentam-se a lista dos conteúdos químicos tratados, um breve texto, questões para refletir e uma imagem relacionada ao assunto (FNDE, 2018).

- **PNLD (2021 a 2023)**

Essa última coleção encontra-se em vigência e faz parte do Novo Ensino médio, e encontra-se dentro dos parâmetros que a Base Nacional Comum Curricular propõe, sendo a principal deles que as disciplinas sejam trabalhadas dentro das áreas específicas, com isso, essa coleção identifica-se como “Ciências da Natureza Ser Protagonista” e não mais “Química Ser Protagonista. Ela apresenta seis livros autocontidos, ou seja, não segue uma ordem específica para cada série como os PNLD anteriores. São eles:

**Tabela 5 – Livros da Coleção do PNLD de 2021 a 2023**

<b>Livros da Coleção</b>	<b>Código</b>
<b>Composição e Estrutura dos Corpos</b>	0201P21203133
<b>Matéria e Transformações</b>	0201P21203134
<b>Energia e Transformações</b>	0201P21203135
<b>Evolução, Tempo e Espaço</b>	0201P21203136
<b>Ambiente e Ser Humano</b>	0201P21203137
<b>Vida, Saúde e Genética</b>	0201P21203138

Fonte: PNLD, 2021.

O Guia da editora trás que a coleção articula de forma simples e direta os conhecimentos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Biologia, Química e Física). Por meio de sua abordagem interdisciplinar, a coleção apoia o desenvolvimento de habilidades e competências gerais e específicas da BNCC, o que traz diversos benefícios para a educação integral do aluno, como desenvolvimento do protagonismo, autonomia, trabalho em equipe, pensamento crítico e valores para exercer a cidadania (PNLD, 2021).

Além dos seis livros, a editora SM também adicionou mais dois livros para área de ciências da natureza, que estão dentro dos projetos Integradores, um da coleção “Ser Protagonista” e outro da “Jovem Protagonista”. Segue a descrição de cada um deles:

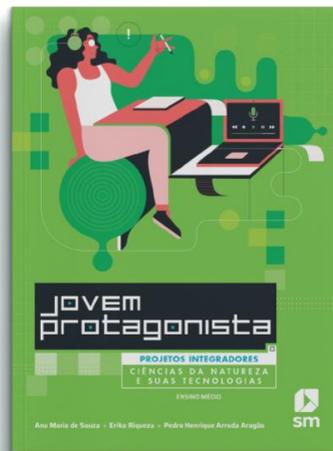
**Figura 1 - Ser Protagonista: Projetos Integradores de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**



Fonte: PNLD, 2021.

Esse projeto, de acordo com a editora visa desenvolver competências e habilidades necessárias ao século XXI por meio da reflexão, planejamento e a execução de projetos de forma coletiva e significativa para o contexto dos estudantes, em práticas diversificadas e flexíveis (SM, 2021).

**Figura 2 – Jovem Protagonista: Projetos Integradores de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**



Fonte: PNLD, 2021.

Seguindo o mesmo contexto do projeto anterior, o guia aborda que esse livro permite desenvolver habilidades do fazer científico, como observação, formulação de ideias, sistematização de informações, construção de modelos reais ou mentais, entre outras (PNLD, 2021).

**Tabela 6 – Dados Gerais da Coleção do PNLD de 2021 a 2023**

<b>Características</b>	<b>Coleção Ciências da Natureza Ser Protagonista</b>
<b>Unidades</b>	18
<b>Capítulos</b>	51
<b>Páginas</b>	1304
<b>Questões</b>	2021
<b>Autores</b>	Ana Fukui, Elisa Garcia Carvalho, João Batista Aguilar, Rodrigo Marchiori, Vera Lucia Mítiko Aoki, Ana Luiza P. Nery

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

Como citado anteriormente, a coleção QSP desde o seu primeiro triênio vem ganhando destaque como a coleção mais distribuída nas escolas do país, sendo esse o principal fator para servir como material de análise deste trabalho.

## 4. NANOTECNOLOGIA E O ENSINO MÉDIO

Para essa sessão foi realizada, inicialmente, uma revisão teórica em relação a nanotecnologia. Na sequência buscou-se fazer um levantamento bibliográfico com o enfoque nas publicações nos últimos dez anos em três bases de dados, acerca da Nanotecnologia e o Ensino Médio e, por fim, evidenciou-se os estudos feitos sobre a nanotecnologia pelo grupo de Pesquisa, Ensino e Extensão em Química – Quiciência. Os tópicos para essa sessão, são: 4.1 – Nanotecnologia: Conceitos e Breve Histórico; 4.2 – Levantamento Bibliográfico: Nanotecnologia e o Ensino médio; 4.3 – Quiciência e a Nanotecnologia.

### 4.1 Nanotecnologia: Conceitos e Breve Histórico

Os estudos sobre a nanotecnologia iniciaram-se no ano de 1959, com físico Richard Feynman, em uma palestra intitulada “Há muito espaço lá embaixo” (CADIOLI; SALLA, 2006). Porém, só no ano de 1974 que a palavra “nanotecnologia” foi criada. O professor Norio Tanoguchi da Universidade de Ciência de Tóquio que a criou e designou-a como o conjunto de aplicações referentes aos objetos e processos na escala nanômetro.

No ano de 1981 foi criado o primeiro aparelho que tinha a capacidade de enxergar partículas manométricas, ou seja, os átomos, conhecido como microscópio de varredura por tunelamento (STM). Esse aparelho foi construído por Ferd Binning e Heinrich Rohrer, e por esse feito conquistaram o Prêmio Nobel da Física em 1986 (CADIOLI; SALLA, 2006).

Em 1986, Eric Drexler, foi o primeiro cientista a doutorar-se em nanotecnologia, sendo ele um dos responsáveis por popularizar a nanotecnologia por meio do seu livro “Engines of Creation”, um livro de ficção científica baseado em seus estudos.

No ano de 1991, o professor Sumio Iijama da NEC, EM Tsukuba no Japão descobre os nanotubos de carbono. Gouvêa (2004, p. 17) aborda que “ A produção desses nanotubos de carbono, mudou radicalmente a percepção da aplicação mais difundidas de produtos nanos. Com esses desenvolvimentos a nanotecnologia estava “criada”. E desde então a nanotecnologia vem revolucionando o mundo científico.

Mas o que é a nanotecnologia? Especificamente, a nanotecnologia é a habilidade de manipular átomos e moléculas individualmente para produzir materiais nanoestruturados e micro-objetos com aplicações no mundo real (Miller et al, 2005).

Ela envolve produção e aplicação em sistemas físicos, químicos e biológicos em escalas que variam de um átomo individual a moléculas de cerca de 100 nanômetros, assim como a integração das nanoestruturas resultantes em sistemas mais complexos (NETO, 2006). Graças a essas características apresentadas observa-se uma variada faixa de aplicação de matérias nanoestruturados.

A nanotecnologia vem sendo aplicada em diversos setores, como no setor industrial (Gomes et al, 2015); setor têxtil (Martinez et al, 2012); na Agropecuária (Campos et al, 2017); no Meio Ambiente (Martins, 2009); na saúde (Alencar, 2017); em Automotivos (Coutinho, 2017); no setor Eletrônico (Gutierrez, 2006); entre outros. Porém, por meio de alguns estudos foi observado que sua aplicação não é algo tão recente, por exemplo, encontra-se nanotecnologia nos vitrais da capela de Milão (Figura 3), sendo que ela foi construída em 1386.

**Figura 3 –** Vitrais da Catedral de Milão



Fonte: TOMA, 2005.

Nas figuras presentes nos vitrais foi possível identificar a presença de nanopartículas de ouro, mais especificamente nas cores vermelho e azul (ENGELMANN et al, 2021). Desse modo, fica claro que mesmo sendo um estudo recente acerca da nanotecnologia, ela já está em uso a bastante tempo.

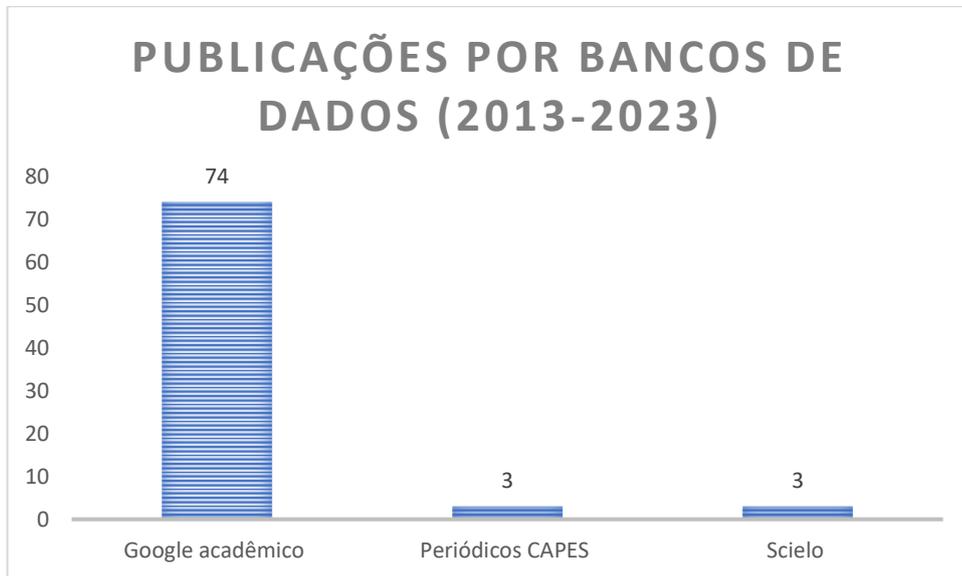
#### **4.2 Levantamento Bibliográfico: Nanotecnologia e o Ensino médio**

o levantamento bibliográfico, foram utilizadas três bases de dados: Google acadêmico, periódico CAPES e Scielo.

Para a realização da busca nos bancos de dados, foram delimitadas duas palavras chaves: nanotecnologia e ensino médio. A busca foi realizada frente aos resumos, palavras chaves e aos títulos. Como período de tempo para a busca utilizou-se as publicações referentes aos últimos dez anos (2013-2023) e publicações em

português. Segue os resultados no gráfico abaixo:

**Gráfico 1 – Quantitativo de publicações por banco de dados**



Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

De acordo com o que foi encontrado nos bancos de dados, contabilizou-se um total de 80 publicações utilizando-se as palavras chaves “nanotecnologia” e “ensino médio”.

O Google Acadêmico foi a base de dados que apresentou maior quantitativo de publicações nos últimos 10 anos, um total de 74 publicações. Dentre as publicações, 1 delas corresponde a um e-book, 27 a trabalhos publicados em anais de evento e congressos e 46 corresponde a artigos que contém as palavras chaves. Essa base de dados foi utilizada por se tratar de uma abrangência mundial de e para todos os públicos, cabe ao pesquisador utilizar filtros que mantenham credibilidade da pesquisa.

Na segunda base de dados, o *Periódicos CAPES*, foram encontradas um total de 3 publicações. todas as três são artigos. Dos artigos apenas um deles é voltado para o Ensino de Química especificamente. Tendo como publicação mais recente do ano de 2019, pela Revista Thema.

Para a terceira e última base de dados, o Scielo, contabilizou-se um total de 3 publicações, assim como no Periódicos CAPES. Ambas também são artigos e duas delas são voltadas para o Ensino de Física. A publicação mais recente foi no ano 2021, pela Revista de Ensino de Física.

## **5. METODOLOGIA**

Para a realização dessa pesquisa utilizou-se a análise de conteúdo por uma abordagem qualitativa (BARDIN, 1977).

A análise de conteúdo pode seguir por dois viés: pela abordagem quantitativa ou qualitativa. Neves (1996, p. 1) compreende a abordagem qualitativa como “um conjunto de técnicas interpretativas que visam a descrever e a decodificar os componentes de um sistema complexo de significados.” Desse modo, compreende-se que a mesma tem como objetivo, traduzir e expressar os fenômenos do mundo social, reduzindo a distância entre o que a teoria expressa e os dados que são obtidos (NEVES, 1996).

Assim, seguindo a análise de conteúdo (BARDIN, 1977), a pesquisa foi realizada seguindo as seguintes etapas: 5.1 – Pré-Análise; 5.2 – identificação dos IAC; 5.3 – Classificação por eixos temáticos e 5.4 – tratamento das informações obtidas.

### **5.1 Pré-Análise**

Essa etapa é tida como a mais longa de toda a pesquisa. Ela consiste na organização dos dados, tendo como objetivo construir o Corpus da pesquisa, de modo mais específico a organização dos documentos que serão analisados (SOARES, 2021).

Para essa etapa foi realizada uma leitura minuciosa de todos os materiais, com o intuito de destacar as questões e textos que tratavam sobre a temática de nanotecnologia. Pode-se descrever esse processo como uma leitura flutuante do material, que é o processo de estabelecer um contato com o que está sendo analisado, reconhecendo os textos e questões que são cruciais para a pesquisa (PUGLISI; FRANCO, 2005).

O fim dessa etapa se dá quando todos os materiais foram analisados e as questões e textos que se encontram dentro do contexto nanotecnológico foram destacadas. Feito isso, seguiu-se para a segunda etapa.

### **5.2 Identificação dos Indicadores de Alfabetização Científica**

Essa etapa é a categorização do material selecionado na fase anterior. A categorização é o processo de classificar os elementos coletados por uma diferenciação e um reagrupamento baseado em analogias, partindo de critérios definidos (PUGLISI; FRANCO, 2005).

Para esse trabalho utilizou-se o Indicadores de alfabetização Científica propostos por Pizarro (2014), como critério de avaliação. São eles: Articular Ideia, argumentar, problematizar, investigar, escrever em ciências, ler em ciências, criar e atuar.

Com as questões e textos identificados na fase anterior, categorizou-se cada um deles frente aos IAC. Para esse processo foi necessário reler as questões e textos novamente para categorizar corretamente cada uma delas. Esse processo foi feito via Excel, em que utilizava-se no processo de categorização a página que se encontrava determinado texto ou questão, a unidade, o tipo de questão (ENEM, CTSA, questões Globais, projetos e vestibulares), o tipo de texto (box, início de capítulo, CTSA e experimentos), o indicador, e o eixo temático. Essa última categoria está descrita na próxima fase.

### 5.3 Classificação por eixos temáticos

Para essa fase utilizou-se um instrumento de análise “Eixos temáticos em Nanotecnologia” proposto e validado por Pereira, Soares e Silva (2023). Esse instrumento foi elaborado com o intuito de nortear professores, pesquisadores e profissionais na identificação dos conteúdos de nanotecnologia em materiais didáticos. O mesmo é composto por seis eixos temáticos, que estão descritos na tabela a seguir:

**Tabela 7 - Eixos Temáticos em Nanotecnologia**

<b>Eixo Temático</b>	<b>O que pode ser analisado:</b>
<b>História e conceitos em Nanotecnologia</b>	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).
<b>Saúde</b>	Tratamento e diagnóstico de doenças; produção e uso de medicamentos; produção de materiais hospitalares; produção e uso de cosméticos
<b>Fontes Energéticas</b>	Evolução de materiais; novos tipos de energia.
	Elaboração e uso de nanomateriais para fins ambientais.

<b>Meio ambiente</b>	
<b>Tecnologia</b>	Elaboração, desenvolvimento e uso de dispositivos tecnológicos.
<b>PONTOS NEGATIVOS</b>	Pontos negativos referentes ao uso da nanotecnologia na sociedade.

Fonte: PEREIRA; SOARES; SILVA, 2023.

O instrumento de análise apresentado acima foi validado por professores, licenciandos e doutores, utilizando como parâmetro estatístico o coeficiente de Kuder-Richardson, apresentando um valor de aproximadamente 0,75, sendo considerado valido e fidedigno para ser utilizando como um instrumento de análise, pois, Soares, Silva e Gonsalves (2021, p. 108), destacam que “Quanto mais superior, a 0,7 ou próximo de 1 for o resultado, mas próximo do ideal estará.” Portanto, o valor encontrado encontra-se dentro do ideal.

O procedimento adotado para a realização desta fase é praticamente o do anterior, as questões e textos que se encontravam dentro da temática após serem classificados em seus respectivos Indicadores foram, também, direcionados aos seus devidos eixos temáticos apresentados acima.

### 5.4 Tratamento das informações obtidas

Nessa última etapa os resultados obtidos foram tratados via *Excel*. Foi necessário muito rigor e organização nessa fase. Para uma melhor organização criou-se quatro arquivos, sendo um específico para cada triênio e, também, cada arquivo foi dividido por livro que estava sendo analisado.

Figura 4 – Tratamento via Excel

Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

É nessa etapa que se visualiza as lacunas presentes nos IAC e nos Eixos temáticos na coleção QSP. Por isso que no processo de tratamento dos dados, se faz necessário uma organização minuciosa do que foi estudado, para manter a credibilidade dos resultados.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Salienta-se inicialmente, que todos os livros foram analisados na íntegra, contabilizando um total de 4.305 páginas analisadas. Para a temática de nanotecnologia contabilizaram-se 96 ocorrências, correspondendo a 2,22% do material analisado.

Essa sessão detalha os resultados da seguinte maneira: 6.1 – Análise dos Eixos Temáticos em Nanotecnologia nas provas do ENEM (2018-2022); 6.2 – Análise dos IAC e dos Eixos temáticos em Nanotecnologia nas coleções QSP. Segue os resultados:

### 6.1. Eixos temáticos em Nanotecnologia nas Provas do ENEM (2018-2022)

Nesse tópico buscou-se discutir e avaliar como a temática de nanotecnologia foi abordada sob a luz dos eixos temáticos nas últimas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Para essa sessão foram analisadas as últimas 5 edições do ENEM de 2018 a 2022 na área de ciências da natureza e suas tecnologias, buscando-se as questões que tratavam sobre nanotecnologia.

Foram analisadas um total de 225 questões. Desse total, 17 delas encontraram-se dentro da temática de nanotecnologia. A tabela a seguir apresenta os resultados obtidos nessa análise frente aos eixos temáticos.

**Tabela 8 – Eixos temáticos em nanotecnologia nas provas do ENEM (2018-2022)**

Eixos temáticos	Enem 2018	Enem 2019	Enem 2020	Enem 2021	Enem 2022	Total
HCN	1	1	1	0	1	4
Saúde	0	0	1	1	3	5
Fontes Energéticas	0	0	0	0	0	0
Meio Ambiente	2	1	0	0	1	4
Tecnologia	0	0	1	2	1	4
Pontos Negativos	0	0	0	0	0	0
						<b>17</b>

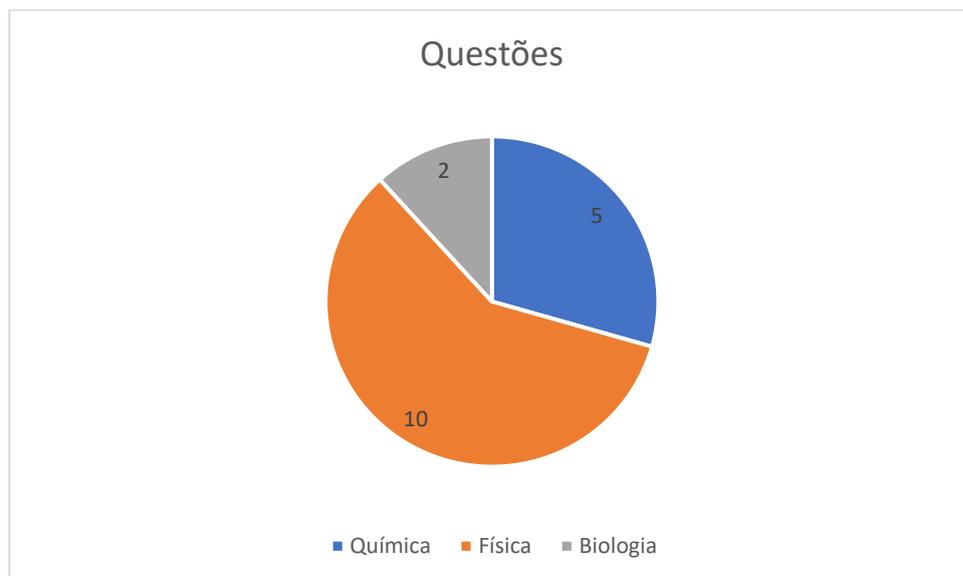
Fonte: elaborado pelo autor, 2023

Com os resultados apresentados na tabela acima, observa-se que o eixo com o maior índice de ocorrências é o “Saúde” contabilizando um total de 5 questões. Em que a maior concentração dessas ocorrências está no ENEM de 2022. E duas dessas questões estavam voltadas para a pandemia dada pelo do covid 19.

Em seguida temos os eixos HCN, Meio Ambiente e Tecnologia, ambos com 4 ocorrências. Apenas os eixos “Fontes enérgicas” e “Pontos Negativos” que não foram contemplados. Mesmo com um quantitativo baixo de ocorrências, é visível que a temática de nanotecnologia está cada vez mais presente nas questões do Enem, e que a cada prova mais eixos foram contemplados.

Para uma melhor análise dos resultados, o gráfico a seguir apresenta o quantitativo de questões vinculados a cada componente: Química, Física e Biologia.

**Gráfico 2 – Questões vinculadas aos seus componentes curriculares**



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Das 17 questões em nanotecnologia, 10 delas fazem parte da disciplina de Física, correspondendo a 58,82% do total. Esse quantitativo já era esperado, tendo em vista que a nanotecnologia tem como maior área de concentração a Física.

Em seguida, a Química com 5 ocorrências, equivalente a 29,41% das questões, sendo a segunda maior área de concentração acerca dos estudos em nanotecnologia. Por fim, 2 ocorrências para disciplina de Biologia, equivalendo a 1,17% do resultado obtido.

## 6.2. Análise dos livros frente aos IAC e os Eixos Temáticos em nanotecnologia nas coleções QSP

Os resultados serão apresentados por triênios, seguindo a seguinte ordem: PNLD 2012 a 2014; PNLD 2015 a 2017; PNLD 2018 a 2020; PNLD 2021 a 2023. E por fim, apresenta-se um panorama geral dos resultados obtidos nessa análise.

- **PNLD 2012 a 2014**

Para essa primeira coleção analisada, obteve-se um resultado de 20 ocorrências em Nanotecnologia. Na tabela abaixo pode-se observar uma visão geral de como os IAC estão distribuídos nesse primeiro triênio.

**Tabela 9** – Indicadores de Alfabetização Científica na Temática de Nanotecnologia no PNLD de 2012 a 2014.

Indicador	1ª Série	2ª Série	3ª Série	Total
Articular ideia	2	3	1	6
Ler em ciência	0	4	5	9
Argumentar	0	2	0	2
Investigar	0	0	0	0
Problematizar	1	0	1	2
Escrever em ciências	1	0	0	1
Atuar	0	0	0	0
Criar	0	0	0	0
				<b>20</b>

Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

Como pode ser observado, o indicador em maior ocorrência é o Ler em Ciência, representando 45% do material analisado. Ele é caracterizado pela leitura de imagens, gráficos e tabelas. Ao decorrer de cada triênio esse indicador é o de maior ocorrência, e esse estímulo da leitura em ciência é totalmente necessário. É a partir o aluno consegue articular seus conhecimentos prévios com o que foi abordado em aula (PIZARRRO, 2014).

O segundo indicador em maior ocorrência é o Articular Ideia, contemplando 30% do material analisado. Esse indicador demonstra o potencial de contextualização do material. Na concepção de Mortimer (2003), para que ocorra uma aprendizagem

significativa é necessário relacionar as experiências anteriores e vivências dos alunos com que está sendo abordado em sala de aula, de modo, que se permita a formulação de problemas que incentivem o aprender mais. Assim, a presença desse indicador faz com que os materiais didáticos consigam aproximar o estudante do conteúdo que está sendo abordado em sala de aula com a sua realidade vivida.

Na sequência tem-se os indicadores Argumentar e Problematizar com duas ocorrências cada um e Escrever em Ciências com apenas uma ocorrência. Observa-se uma grande lacuna entre os indicadores ler e escrever em ciências, visto que um complementar do outro. Do mesmo modo que a leitura em ciência deve ser estimulada, a escrita também. Pois ela é uma das grandes propulsora da Alfabetização Científica. É por meio dela que o aluno põe em prática o que ele absorveu em sala de aula.

Por fim, o maior problema está nos indicadores Investigar, Atuar e Criar, no decorrer da análise desse primeiro triênio não foram contabilizadas nenhuma ocorrência nesses indicadores. Um material didático que apresenta um potencial investigativo leva o aluno a ter em mãos meios para realizar pesquisas e utilizar os conhecimentos científicos absorvidos em aula para justificar suas hipóteses e procurar meios de solucionar seus questionamentos. Já os outros dois, que são tidos como indicadores de ação, fica evidente a dificuldade na articulação de questões com teor nanotecnológico que potencializem ações por parte dos alunos.

**Tabela 10 – Eixos temáticos em Nanotecnologia PNLD 2012 a 2014**

<b>Eixo temático</b>	<b>1ª Série</b>	<b>2ª Série</b>	<b>3ª Série</b>	<b>Total</b>
<b>História e Conceito Em Nanotecnologia</b>	2	9	7	18
<b>Saúde</b>	1	0	0	1
<b>Fontes Energéticas</b>	0	0	0	0
<b>Meio Ambiente</b>	0	0	0	0
<b>Tecnologia</b>	1	0	0	1
<b>Pontos Negativos</b>	0	0	0	0
				<b>20</b>

Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

Em relação aos eixos temáticos, o que apresenta uma maior ocorrência é o

História e Conceito em Nanotecnologia (HCN), contabilizando 90% do material analisado. Em seguida, os eixos Saúde e Tecnologia com apenas uma ocorrência cada. Os eixos que não contabilizaram nenhuma ocorrência foram Fontes Energéticas, Meio Ambiente e Pontos Negativos.

Era esperado que a maioria das ocorrências fossem relacionadas ao eixo HCN, visto que em todo o material tem-se apenas 20 aparições da temática nanotecnologia e por se tratar de um estudo considerado recente, é compreensível esse resultado para esse primeiro triênio da coleção QSP.

- **PNLD 2015 a 2017**

Para esse segundo triênio obteve-se um total de 23 ocorrências. Uma diferença mínima em relação ao PNLD anterior.

**Tabela 11** – Indicadores de Alfabetização Científica em Nanotecnologia PNLD 2015 A 2017

<b>Indicador</b>	<b>1ª Série</b>	<b>2ª Série</b>	<b>3ª Série</b>	<b>Total</b>
<b>Articular ideia</b>	4	5	0	9
<b>Ler em ciência</b>	4	3	4	11
<b>Argumentar</b>	0	2	0	2
<b>Investigar</b>	0	0	0	0
<b>Problematizar</b>	0	0	1	1
<b>Escrever em ciências</b>	0	0	0	0
<b>Atuar</b>	0	0	0	0
<b>Criar</b>	0	0	0	0
				<b>23</b>

Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

Assim como no PNLD anterior, o indicador em maior quantidade de ocorrências foi Ler em Ciências, apresentando um total de 55% do material analisado e ao seu extremo encontra-se o indicador Escrever em Ciências com 0% de ocorrências, ou seja, esse segundo triênio não apresenta questões que estimulem a elaboração de gráficos, textos e imagens por parte dos alunos na temática de nanotecnologia.

Em seguida, o indicador Articular Ideia, com um total de nove ocorrências, sendo assim 45% do material analisado, porém, é válido ressaltar que o livro da terceira série não apresentou nenhuma ocorrência nesse indicador, ou seja, é nulo o

potencial de contextualização nesse terceiro material.

Com apenas duas ocorrências tem-se o indicador argumentar, deixando claro que elas estão presentes em apenas um livro, que é o da segunda série e nos outros dois não foram encontrados resultados para esse indicador. E o último que contabilizou ocorrências foi o indicador Problematizar, ocorrência esta encontrada no livro da terceira série.

Como na coleção passada, nos indicadores Investigar, Criar e Atuar, não foram encontradas ocorrências que se encaixassem em seus critérios. Sendo assim, o autor deste trabalho considera que não houve um potencial evolução de um triênio para o outro. Pelo contrário, nesse PNLD de 2015 a 2017 obteve-se quatro Indicadores sem ocorrências, sendo dois deles os Indicadores de Ação, que potencializam a participação dos alunos em sala de aula (PIZARRO, 2014).

**Tabela 12 – Eixos temáticos em Nanotecnologia PNLD 2015 a 2017**

<b>Eixo temático</b>	<b>1ª Série</b>	<b>2ª Série</b>	<b>3ª Série</b>	<b>Total</b>
<b>História e Conceito Em Nanotecnologia</b>	7	10	5	22
<b>Saúde</b>	0	0	0	0
<b>Fontes Energéticas</b>	0	0	0	0
<b>Meio Ambiente</b>	0	0	0	0
<b>Tecnologia</b>	1	0	0	1
<b>Pontos Negativos</b>	0	0	0	0
				<b>23</b>

Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

Para os eixos temáticos nesse triênio, a evolução também foi mínima. Os eixos que apresentaram resultados foram apenas HCN com 22 ocorrências e Tecnologia com apenas 1, sendo assim os demais eixos contabilizaram zero ocorrências.

Esses resultados mostram que esse segundo PNLD não apresenta uma evolução na temática de Nanotecnologia. Os eixos temáticos em sua maioria não foram contemplados, compreendendo desse modo, que os materiais não abordam de maneira satisfatória as discussões sobre conteúdos e questões com um teor nanotecnológico.

- **PNLD 2018 a 2020**

Esse terceiro triênio apresentou um total de 30 ocorrências em Nanotecnologia. Diferença significativa em relação aos outros dois. Segue os resultados:

**Tabela 13 – Indicadores de Alfabetização Científica em Nanotecnologia PNLD 2018 a 2020**

<b>Indicador</b>	<b>1ª Série</b>	<b>2ª Série</b>	<b>3ª Série</b>	<b>Total</b>
<b>Articular ideia</b>	4	6	1	11
<b>Ler em ciência</b>	7	5	5	17
<b>Argumentar</b>	0	1	0	1
<b>Investigar</b>	0	0	1	1
<b>Problematizar</b>	0	0	0	0
<b>Escrever em ciências</b>	0	0	0	0
<b>Atuar</b>	0	0	0	0
<b>Criar</b>	0	0	0	0
				<b>30</b>

Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

Como nos PNLD de 2012 e 2015, o indicador em maior ocorrência foi também o Ler em Ciência, com um total de 56,6% das ocorrências. Em seguida, o indicador articular ideia com 36,6% das ocorrências. Para ambos os indicadores, a constância de ocorrências nos três triênios foi um resultado bom. Pois mesmo com uma quantidade relativamente baixa de resultados de questões e textos que tratem sobre a temática de Nanotecnologia, o potencial de contextualização e de leitura em ciência, é considerado satisfatório frente aos resultados obtidos na análise.

Para os demais indicadores, é notório as lacunas presentes. Embora que esse triênio tenha apresentado uma ocorrência no indicador investigar, ainda sim é um número muito baixo para se considerar uma evolução significativa.

Os indicadores Criar e Atuar mais uma vez não apresentaram ocorrências, fica claro a dificuldade dos autores de elaborarem questões que exercitem o potencial de criação e atuação em Nanotecnologia. Com zero ocorrências também, tem-se os indicadores, Escrever em Ciência e problematizar.

**Tabela 14 – Eixos Temáticos em Nanotecnologia PNLD 2018 a 2020**

<b>Eixo temático</b>	<b>1ª Série</b>	<b>2ª Série</b>	<b>3ª Série</b>	<b>Total</b>
----------------------	-----------------	-----------------	-----------------	--------------



<b>Problematizar</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Escrever em ciências</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Atuar</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Criar</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
									<b>23</b>

Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

Ao contrário dos triênios anteriores, o indicador em maior ocorrência nesse PNLD é o Articular Ideia com 14 ocorrências que correspondem a 60%. Em seguida tem-se o Indicador Ler em Ciência com 9 ocorrências, representando percentualmente 40%. A presença desses indicadores significa que a coleção não perdeu seu potencial de contextualizar e nem a leitura de imagens, gráficos e tabelas que envolvam um teor científico em nanotecnologia.

Para os demais indicadores, não foram contabilizadas ocorrências. Com isso os materiais desenvolvidos para o novo ensino médio da coleção QSP não apresentaram uma significativa evolução na temática de Nanotecnologia. Foi citado no início nas discussões do PNLD de 2012 que era esperado a devida temática não aparecer com uma relevante frequência em seus livros, mas ao se passar quatro triênios o resultado não mudou.

A BNCC evidenciou a importância de se trabalhar novos conteúdos em sala de aula, porém essa análise feita mostra que um conteúdo tão importante como é a Nanotecnologia não foi desenvolvido de maneira satisfatória nos materiais.

**Tabela 16 – Eixos Temáticos em Nanotecnologia PNLD 2021 a 2023**

<b>Eixo Temático</b>	<b>I.1</b>	<b>I. 2</b>	<b>I. 3</b>	<b>I. 4</b>	<b>I. 5</b>	<b>I.6</b>	<b>P.J.P</b>	<b>P.S.P</b>	<b>Total</b>
<b>História e Conceito Em Nanotecnologia</b>	4	3	3	0	2	1	0	3	16
<b>Saúde</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Fontes Energéticas</b>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<b>Meio Ambiente</b>	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<b>Tecnologia</b>	3	0	0	0	0	0	1	0	4
<b>Pontos Negativos</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
									<b>23</b>

Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

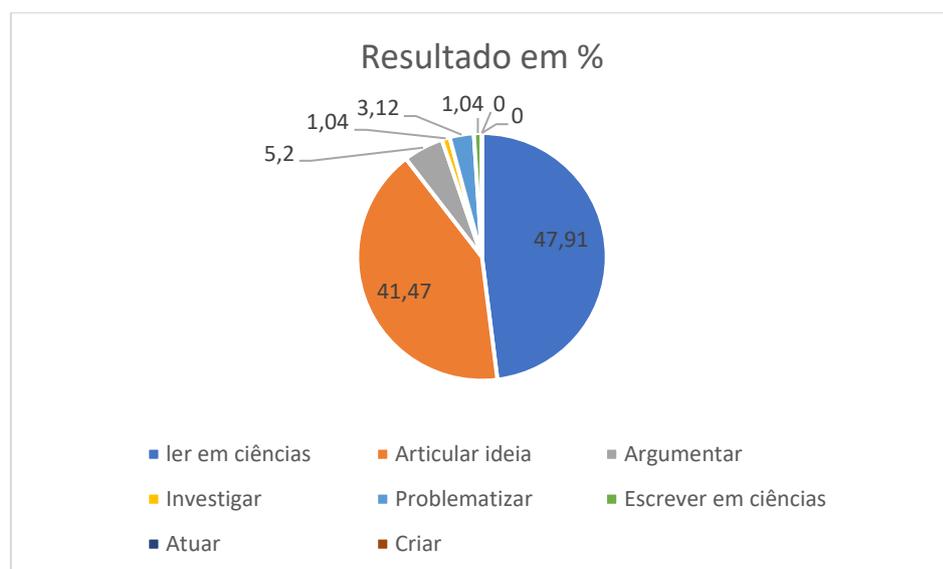
Para os eixos temáticos os resultados foram um pouco mais homogêneos. tanto em relação aos indicadores, quanto aos triênios anteriores. Obteve-se ocorrência em quatro eixos temáticos, foram eles: HCN com 16 ocorrências que equivalem a 69%, Tecnologia com 4 ocorrências equivalendo a 17%, Meio Ambiente com 2 ocorrências, que correspondem a 8,7% e por fim Fontes Energéticas com uma única ocorrência, correspondendo a 4,3%. Já os demais eixos, Saúde e Pontos negativos não contabilizaram ocorrências.

Os resultados para os eixos foram considerados significativos em relação aos PNLD anteriores. Visto que mais deles foram contemplados, de modo que a temática de Nanotecnologia atingiu um ponto mais satisfatório no que rege a sua discussão em outros pontos além da sua História e Conceito e suas aplicações tecnológicas.

- **Panorama Geral**

Para uma análise geral apresenta-se a seguir dois gráficos com os resultados obtidos durante análise dos PNLD de 2012 a 2014, 2015 a 2017, 2018 a 2020 e 2021 a 2023 no que tange os indicadores e os eixos temáticos em nanotecnologia.

**Gráfico 3 – Panorama Geral da análise dos indicadores em Nanotecnologia nos PNLD de 2012 a 2021**



Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

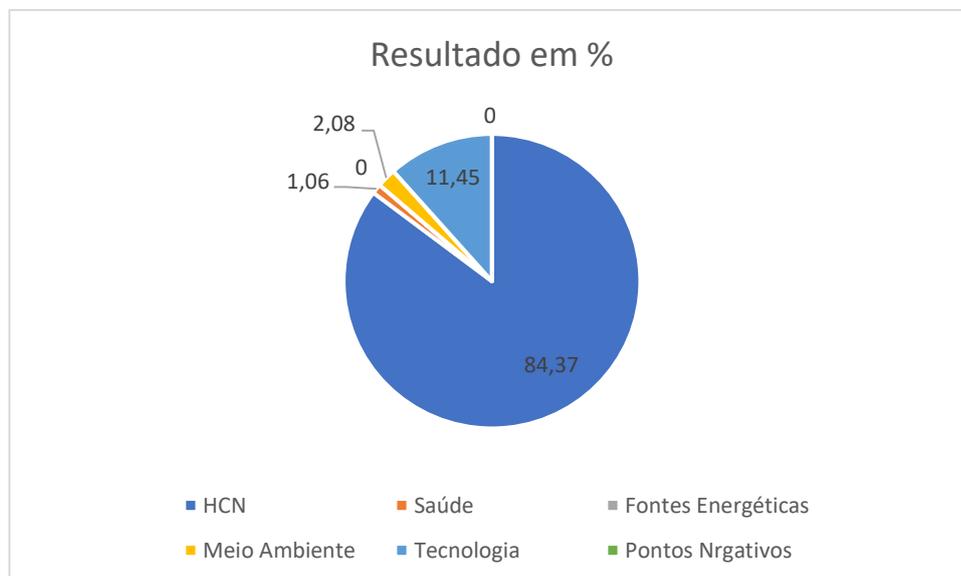
Inicialmente, destaca-se que para a temática de nanotecnologia durante os

quatro triênios contabilizou-se um total de 96 ocorrências. Dentre elas 47,91% correspondem ao indicador Ler em Ciência, ou seja, quase metade das questões e textos analisados expressam um potencial que estimula a leitura em ciência, de modo específico para o quantitativo de ocorrências os materiais didáticos são ricos em gráficos, tabelas e imagens quando se trata de nanotecnologia.

Em seguida, tem-se o indicador Articular Ideia com 41,47%, significando que os materiais tem um quantitativo bom de questões e textos com teor nanotecnológico contextualizado.

Em contrapartida, as maiores lacunas são nos indicadores Criar e Atuar, como citado ao longo dos resultados esses indicadores que expressão ação por parte dos alunos, não foram contemplados em nenhum triênio, mostrando que os materiais não potencializam os alunos a colocarem em prática propostas que colaborem para o desenvolvimento da sociedade quando se trata da nanotecnologia.

**Gráfico 4** – Panorama Geral da análise dos Eixos Temáticos em Nanotecnologia nos PNLD de 2012 a 2021



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Para os eixos temáticos, o eixo HCN ficou em maior destaque com 84,37% das ocorrências, em seguida o eixo Tecnologia com 11,45%, por fim o eixo Meio Ambiente com 2,06% e o eixo Saúde com 1,06%. Com nenhuma ocorrência os eixos Fontes Energéticas e Pontos Negativos, que são as maiores lacunas entre todos os triênios. Portanto, fica evidente que a temática de Nanotecnologia não foi contemplada de maneira satisfatória durante esses quatro PNLD.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O intuito inicial deste trabalho era analisar apenas o potencial de alfabetização científica na temática de nanotecnologia nos livros de química frente aos Indicadores de Alfabetização Científica. Porém, ao longo da pesquisa surgiu o incomodo de averiguar como a temática em questão, estava sendo abordada frente aos eixos temáticos e, também, como ela vem sendo trabalhada nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Diante dos resultados apresentados na sessão anterior, foi possível identificar lacunas nos livros frente a temática de Nanotecnologia. A pesquisa de cunho qualitativo em conjunto com os parâmetros utilizados, possibilitou a identificação dessas lacunas, principalmente nos indicadores Criar e Atuar e nos eixos Fontes Energéticas e Pontos Negativo.

É evidente que alguns pontos precisam ser melhorados, principalmente nesses indicadores citados anteriormente, em que não foram contabilizadas ocorrências. Porém, não é possível alegar que os livros das coleções Química Ser Protagonista não sejam adequados para abordar a temática de Nanotecnologia, visto que esses materiais funcionam como recurso pedagógico para o ensino médio. Logo, destaca-se apenas que os materiais apresentam lacunas que podem ser corrigidas em novos triênios.

No que se refere as questões do ENEM, foi possível observar uma constância na quantidade de questões que tratam sobre nanotecnologia e ao longo de cada prova ficou evidente que a temática vem sendo cada vez mais trabalhada nas diversas áreas de conhecimento. Com isso, é essencial que os materiais didáticos acompanhem também essa evolução.

Com os resultados obtidos nesse Trabalho de Conclusão de Curso espera-se que o mesmo possa servir como viés de mudanças nas próximas coleções do PNLD para que as lacunas apresentadas possam ser averiguadas e preenchidas e que esse material venha a servir para pesquisas futuras em conjunto a escolas e professores acerca dos materiais didáticos.

Por fim, com esse trabalho foi possível elaborar um material complementar, que não era o enfoque deste trabalho, mas é importante salientar que com as lacunas encontradas na temática de nanotecnologia elaborou-se um e-book com o seguinte título “Nanotecnologia e Meio Ambiente” dos autores Soares, Pereira e Silva (2023)

que se encontra em processo de revisão. É um material completo que aborda todos os IAC e os eixos temáticos. Contando com diversas atividades e textos que podem ser utilizados da maneira que o professor se sentir mais confortável para trabalhar com seus alunos.

## 8. REFERÊNCIAS

Alencar, M. S. M. de. **Análise da produção científica brasileira sobre nanotecnologia e saúde**. RECIIS - Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 1-16, jan./mar. 2017.

ARAUJO, R. S. de,; LEITE, B. S. **Revisão Bibliográfica sobre Pesquisas com Livros Didáticos de Química: Análise das Funções Identificadas**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. 2021.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1977. 226 p.

BEGO, A. M. et al. **Qualidade dos Livros Didáticos de Química aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático: análise do tema Estrutura da Matéria e Reações Químicas**. Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias, [s.l.], v. 18, n. 1, p.104-123, 2019.

Brasil. Ministério da Educação. (2011). **Guia de livros didáticos PNLD 2012: Química**. Ministério da Educação. Brasília: MEC.

Brasil. Ministério da Educação. (2014). **Guia de livros didáticos PNLD 2015: Química**. Ministério da Educação. Brasília: MEC.

Brasil. Ministério da Educação. (2017). **Guia de livros didáticos PNLD 2018: Química**. Ministério da Educação. Brasília: MEC.

Brasil. Ministério da Educação. (2020). **Guia de livros didáticos PNLD 2021: Ciências da Natureza**. Ministério da Educação. Brasília: MEC.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB**. 9394/1996.

BRASIL. **Legislação do Livro Didático**. 1938.

BRASIL. **Programa Nacional do Livro Didático, PNLD**. 2019.

BOMÉNY, Maria Helena Bousque. **O livro didático no contexto da política educacional**. A política do livro didático. São Paulo, Summus, 1984.

CADIOLI, L. P.; SALLA, L. D. **Nanotecnologia: um estudo sobre seu histórico, definição e principais aplicações desta inovadora tecnologia.** Revista de Ciências Exatas e Tecnologia. V.1. N. 1. 2006.

CAMPOS, M. M. et al.. Estudo da rede de colaboração científica em nanotecnologia na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Transinformação**, v. 29, n. 1, p. 115–123, jan. 2017.

CARDOSO GOMES, R. G.; PASTORE, V. A. A.; MARTINS, O. A.; GERMANO BIONDI, F. **Aplicações da nanotecnologia na indústria de alimentos: uma revisão.** *Rev. Brasileira de Higiene e Sanidade Animal.* V. 9, n. 1, 2015.

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

COUTINHO, E. Q. O. **Nanotecnologia Aplicada na Indústria Automotiva.** Open Journal Systems. V. 13, n. 13. 2017.

ENGELMANN, W.; MARINS, P. R.; FERNANDES, M. F. M. **Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente.** Nº. 186, Ed. 1ª. São Leopoldo: Casa Lereira, 2021.

FERREIRA, M. O Ensino de Nanociência e Nanotecnologia no Ensino Médio: Como Iniciar Essa Abordagem Científica. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Química Licenciatura). Instituto Federal Goiano, Campus Catalão, p. 25. 2023.

FREITAS, B.; MOTTA, V. R. & COSTA, W. F. **O estado da arte do livro didático no Brasil.** Brasília: REDUC - REDE LATINO-AMERICANA DE INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO EM EDUCAÇÃO, 1987.

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) (2017). **PNLD 2018: Química** — guia de livros didáticos. <http://www.fnde.gov.br/pnld-2018/>

GUTIERREZ, R. M. V. **Complexo eletrônico: diagnóstico e perspectivas.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 23 , p. 27-83, mar. 2006

GOUVÊA, R. **Nanotecnologia uma realidade brasileira?** Negócios e empresas, dezembro de 2004. Disponível em: <http://noticias.aol.com.br/negocios/>

industria/2004/12/0002.adp . Acesso em: Julho de 2023.

JUNIOR, Wilmo Ernesto Francisco. Analogias em livros didáticos de química: um estudo das obras aprovadas pelo PNLEM 2007. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 121-143, 2009.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO CONTEXTO DAS SÉRIES INICIAIS. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (belo Horizonte), [s.l.], v. 3, n. 1, p.45-61, jun. 2001.

MAMEDE, M. E ZIMMERMANN, E. **Letramento Científico e CTS na Formação de Professores para o Ensino de Física**. Trabalho apresentado no XVI SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luís. 2007.

MARTINS, P. Nanotecnologia e meio ambiente para uma sociedade sustentável. *Estud. soc* [online]. 2009, vol.17, n.34, pp.293-311. ISSN 0188-4557.

MARTINEZ, M. E. M.; REIS, P. C. dos; SANTOS, D. A.; WINTER, E. AVALIAÇÃO DO PERFIL PATENTÁRIO DO EMPREGO DE NANOTECNOLOGIAS NO SETOR TÊXTIL. **Cadernos de Prospecção**, [S. l.], v. 5, n. 4, p. 185, 2014. DOI: 10.9771/cp.v5i4.11472. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/11472>. Acesso em: 3 set. 2023.

MILLER, JOHN C., SERRATO, R., KUNDAHL, G., “**The Handbook of Nanotechnology: Business, Policy and Intellectual Property Law**”. First Edition, New Jersey, Wiley, 2005.

NETO, L. M. **Aspectos da Nanotecnologia e suas potencialidades no Agronegócio**. Lançamento do Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio – LNNA, São Carlos, 2006.

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

Norris, S.P. e Phillips, L.M. **How Literacy in Its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy**. *Science Education*, v.87, n.2, 224-240. 2003.

PEREIRA, D. R.; SOARES, C. J. S.; SILVA, M. G. A. da.,. **Elaboração e Validação de um Instrumento de Análise para Livros Didáticos de Química na temática de Nanotecnologia.** Trabalho apresentado na 46ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química – 46ª RASBQ, 2023.

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.

PUGLISI, Maria Laura; FRANCO, Barbosa. **Análise de conteúdo.** 2005.

Sasseron, L. H.; Carvalho. A. M. P. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo.** Investigações em Ensino de Ciências, 2008.

Sasseron, L. H.; Carvalho. A. M. P. **Alfabetização Científica: Uma Revisão Bibliográfica.** Investigações em Ensino de Ciências – V16(1), pp. 59-77, 2011.

SOARES, C. S. Parâmetros de alfabetização científica em química ambiental nas coleções do livro “química ser protagonista” nos pnd (2012, 2015, 2018). **Trabalho de Conclusão de Curso** (Licenciatura em Química). Instituto de Química e Biotecnologia IQB/UFAL, Maceió, 2021.

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 pnd 2018.** Notandum, n. 57, p. 97-109, 23 ago. 2021.

TOMA, H. E. **O mundo nanométrico: a dimensão do novo século.** Editora Oficina de Textos, São Paulo, 2004.