

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO**

**Bruna de Paula Rezende**

**Atividades experimentais no Ensino de Química: Um estudo das práticas  
epistêmicas e possibilidades discursivas a partir de Livros Didáticos**

Juiz de Fora  
2024

**Bruna de Paula Rezende**

**Atividades experimentais no Ensino de Química:** Um estudo das práticas epistêmicas e possibilidades discursivas a partir de Livros Didáticos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Educação. Área de concentração: Educação brasileira: gestão e práticas pedagógicas

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Carolina Araújo da Silva

Juiz de Fora

2024

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Rezende, Bruna de Paula.

Atividades experimentais no Ensino de Química: Um estudo das práticas epistêmicas e possibilidades discursivas a partir de Livros Didáticos / Bruna de Paula Rezende. -- 2024.

166 p. : il.

Orientadora: Ana Carolina Araújo da Silva

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação, 2024.

1. Práticas Epistêmicas. 2. Interações Discursivas. 3. Livros Didáticos. I. Silva, Ana Carolina Araújo da , orient. II. Título.

**Bruna de Paula Rezende****Atividades Experimentais no Ensino de Química: Um estudo das práticas epistêmicas e possibilidades discursivas a partir de Livros Didáticos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre/a em Educação. Área de concentração: "Educação brasileira: gestão e práticas pedagógicas".

Aprovada em 27 de maio de 2024.

**BANCA EXAMINADORA**

Dra. Ana Carolina Araújo da Silva - Orientadora  
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dra. Andréia Francisco Afonso  
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dra. Gahelyka Agha Pantano Souza  
Universidade Federal do Acre

Juiz de Fora, 09/05/2024.



Documento assinado eletronicamente por **Ana Carolina Araujo da Silva, Professor(a)**, em 27/05/2024, às 17:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Andreia Francisco Afonso, Professor(a)**, em 27/05/2024, às 17:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gahelyka Agha Pantano Souza, Usuário Externo**, em 28/05/2024, às 18:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf ([www2.ufjf.br/SEI](http://www2.ufjf.br/SEI)) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1802665** e o código CRC **36F2EB14**.

---

***Bruna de Paula Rezende***

---

Professora convocada da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. Formada em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Pós-graduada em Gestão Escolar (Administração, Supervisão, Orientação e Inspeção) pela Faculdade Prominas. Técnica em Química pelo Colégio Politécnico Pio XII. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora.

E-mail: rezendebruna@outlook.com

Dedico este trabalho aos meus pais, Joaquim Orlando e Ana Lúcia, que sempre estiveram ao meu lado, auxiliando e incentivando na realização dos meus sonhos. Ao meu irmão, Matheus, pelo apoio e amizade. Ao meu marido, Daniel, que nunca mediu esforços para me ajudar durante esta trajetória. Ao meu pequeno pet, Sebastian, que sempre alegra meus dias.

Gratidão!

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, que me guiou e iluminou meu caminho durante esta jornada.

Aos meus pais, Joaquim Orlando e Ana Lúcia, que nunca mediram esforços para que eu estudasse. Que sempre me apoiaram, me incentivaram e me encorajaram. Sem a dedicação deles estar no Mestrado não seria possível.

Ao meu irmão, Matheus, pela amizade e carinho. Por me ouvir e ajudar nos dias difíceis e pelo apoio recebido durante esta trajetória.

Ao meu marido Daniel, pelo companheirismo, compreensão e paciência. Por sempre me incentivar a continuar.

A professora Ana Carolina, pela oportunidade, incentivo, confiança, orientação, paciência, amizade e sugestões fundamentais para a realização deste trabalho.

Às professoras Andréia Francisco Afonso e Gahelyka Agtha Pantano Souza que, gentilmente, aceitaram o convite de compor a banca de avaliação deste trabalho. Agradeço pela disponibilidade e pelas importantes contribuições no exame de qualificação.

A Universidade Federal de Juiz de Fora e seus professores que tanto contribuíram com a minha formação acadêmica.

Muito Obrigada!

## RESUMO

Esta pesquisa visa investigar a presença das interações discursivas e das práticas epistêmicas nas atividades experimentais dos Livros Didáticos (LDs) de Química, aprovados no Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) de 2018, e dos LDs de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, aprovados no PNLD de 2021. Para atingir tal objetivo de estudo, contabilizamos o número de atividades experimentais presentes em cada capítulo das coleções de LDs. Após essa contagem identificamos que a temática eletroquímica apresenta o maior número de atividades na maioria das coleções analisadas. Desse modo, selecionamos para análise os capítulos que tratam sobre tal temática de dois LDs, um aprovado no PNLD de 2018 e outro aprovado no PNLD de 2021. A decisão de selecionar os capítulos com o maior número de atividades experimentais se justifica por acreditarmos que esses capítulos sejam representativos e possam proporcionar uma análise aprofundada das atividades desse tema. Além disso, as duas coleções selecionadas para análise são escritas por autores que participaram tanto da seleção do PNLD de 2018 quanto do PNLD de 2021, contribuindo para compreender se tais atividades sofreram modificações nos dois editais. Para a análise das atividades experimentais utilizamos como metodologia, a Análise Textual Discursiva. A partir da análise identificamos as seguintes práticas epistêmicas: Construindo dados, Problematizando, Elaborando hipóteses, Concluindo, Considerando diferentes representações para explicar um dado, Descrevendo, Classificando, Usando linguagem representacional, Explicando e Avaliando a consistência dos dados. Essas práticas foram detectadas nos textos introdutórios, procedimentos experimentais e nas questões presentes ao final das atividades, sendo mobilizadas juntas em uma mesma orientação/questão ou individualmente. Não há diferenças significativas nas práticas epistêmicas abordadas no LD aprovado no PNLD de 2018 e no LD aprovado no PNLD de 2021. Na análise dos experimentos, identificamos que as atividades experimentais presentes na coleção aprovada no PNLD de 2018 permitem ao professor adotar uma postura mais Interativa e Dialógica com os estudantes, por apresentarem um quantitativo maior de orientações/questões que exigem a explicação, a descrição de um fenômeno ou o levantamento de hipóteses. Já, as atividades experimentais presentes na coleção aprovada no PNLD de 2021 apresentam um número significativo de orientações/questões que envolvem a classificação ou o uso de linguagem

representacional, o que pode levar o docente a adotar uma abordagem de Autoridade e Não interativa, por serem questões que apresentam como única explicação o conhecimento científico. Acreditamos que este trabalho colabora com as pesquisas que analisam as práticas epistêmicas e as interações discursivas. Ademais, contribui para que os atuais e futuros professores da Educação Básica compreendam como esses conceitos podem ser mobilizados em sala de aula a partir dos Livros Didáticos, uma ferramenta muito utilizada por docentes.

Palavras-chave: Livros Didáticos; Práticas Epistêmicas; Interações Discursivas.

## ABSTRACT

This research aims to investigate the presence of discursive interactions and epistemic practices in the experimental activities of Chemistry Textbooks (TBs), approved in the 2018 National Book and Teaching Material Program, and Natural Sciences TBs and their Technologies, approved in the 2021 National Book and Teaching Material Program. To achieve this study objective, we counted the number of experimental activities present in each chapter of the TBs collections. After this count, we identified that the electrochemical theme presents the largest number of activities in most of the collections analyzed. Therefore, we selected for analysis the chapters that deal with this topic from two TBs, one approved in the National Book and Teaching Material Program of 2018 and the other approved in the National Book and Teaching Material Program of 2021. The decision to select the chapters with the largest number of experimental activities is justified because we believe that these chapters are representative and can provide an in-depth analysis of the activities on this topic. Furthermore, the two collections selected for analysis are written by authors who participated in both the 2018 National Book and Teaching Material Program and 2021 selection, contributing to understanding whether such activities were modified in the two notices. To analyze the experimental activities, we used Discursive Textual Analysis as a methodology. From the analysis we identified the following epistemic practices: Constructing data, Problematizing, Elaborating hypotheses, Concluding, Considering different representations to explain data, Describing, Classifying, Using representational language, Explaining and Evaluating the consistency of the data. These practices were detected in the introductory texts, experimental procedures and in the questions present at the end of the activities, being mobilized together in the same orientation/question or individually. There are no significant differences in the epistemic practices addressed in the TBs approved in the National Book and Teaching Material Program of 2018 and in the TBs approved in the National Book and Teaching Material Program of 2021. In the analysis of the experiments, we identified that the experimental activities present in the collection approved in the National Book and Teaching Material Program of 2018 allow the teacher to adopt a more Interactive stance and Dialogic with students, as they present a greater number of guidelines/questions that require explanation, description of a phenomenon or the raising of hypotheses. Now, the experimental activities present in the collection

approved in the National Book and Teaching Material Program 2021 present a significant number of guidelines/questions that involve classification or the use of representational language, which can lead the teacher to adopt an Authority and Non-interactive approach, as they are questions that present scientific knowledge as the only explanation. We believe that this work contributes to research that analyzes epistemic practices and discursive interactions. Furthermore, it helps current and future Basic Education teachers understand how these concepts can be mobilized in the classroom using Textbooks, a tool widely used by teachers.

Keywords: Textbooks; Epistemic Practices; Discursive Interactions.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Atividade Experimental 1 pertencente a coleção C2.....	91
Figura 2	– Questões referentes à AE1C2 presentes na seção “Reflexão”.....	92
Figura 3	– Texto introdutório da AE2C2.....	93
Figura 4	– Atividade Experimental 2 pertencente a coleção C2 .....	94
Figura 5	– Texto introdutório da AE3C2.....	95
Figura 6	– Atividade Experimental 3 pertencente a coleção C2 - parte A .....	95
Figura 7	– Atividade Experimental 3 pertencente a coleção C2 - parte B.....	96
Figura 8	– Atividade Experimental 4 pertencente a coleção C2 .....	97
Figura 9	– Continuação da Atividade Experimental 4 pertencente a coleção C2..	98
Figura 10	– Atividade da seção “Investigação” pertencente a coleção C2: “Um procedimento para o cálculo da diferença de potencial”.....	99
Figura 11	– Atividade Experimental 5 pertencente a coleção C2.....	100
Figura 12	– Atividade Experimental 6 pertencente a coleção C2.....	101
Figura 13	– Texto introdutório da AE7C2.....	102
Figura 14	– Atividade Experimental 7 pertencente a coleção C2.....	102
Figura 15	– Continuação da Atividade Experimental 7 pertencente a coleção C2.....	103
Figura 16	– Questão em que os autores da coleção C2 solicitam aos alunos a montagem de dois procedimentos experimentais.....	104
Figura 17	– Texto introdutório da AE8C7.....	105
Figura 18	– Atividade Experimental 8 pertencente a coleção C7.....	106
Figura 19	– Questões referentes à AE8C7 presentes na seção “Articulação de ideias”.....	107
Figura 20	– Texto introdutório da AE9C7.....	108
Figura 21	– Atividade Experimental 9 pertencente a coleção C7.....	109
Figura 22	– Texto introdutório da AE10C7.....	110
Figura 23	– Atividade Experimental 10 pertencente a coleção C7 - parte A.....	110
Figura 24	– Atividade Experimental 10 pertencente a coleção C7 - parte B.....	111
Figura 25	– Atividade da seção “Investigação” pertencente a coleção C7: “Um procedimento para o cálculo da diferença de potencial”.....	112

Figura 26	– Texto introdutório da AE11C7.....	113
Figura 27	– Atividade Experimental 11 pertencente a coleção C7.....	114
Figura 28	– Exemplo da prática epistêmica “Construindo dados”.....	120
Figura 29	– Exemplo das práticas epistêmicas “Problematizando e Elaborando hipóteses”.....	120
Figura 30	– Exemplo da prática epistêmica “Elaborando hipóteses” .....	121
Figura 31	– Exemplo da prática epistêmica “Concluindo”.....	122
Figura 32	– Exemplo das práticas epistêmicas “Construindo dados e Elaborando hipóteses”.....	123
Figura 33	– Exemplo da prática epistêmica “Considerando diferentes representações para explicar um dado”.....	124
Figura 34	– Exemplo da prática epistêmica “Descrevendo”.....	127
Figura 35	– Exemplo da prática epistêmica “Classificando”.....	128
Figura 36	– Exemplo da prática epistêmica “Usando Linguagem representacional”.....	129
Figura 37	– Exemplo da prática epistêmica “Classificando e Usando linguagem representacional”.....	129
Figura 38	– Exemplo da prática epistêmica “Explicando”.....	130
Figura 39	– Exemplo das práticas epistêmicas “Classificando e Explicando”.....	131
Figura 40	– Exemplo das práticas epistêmicas “Usando linguagem representacional e Explicando”.....	132
Figura 41	– Exemplo das práticas epistêmicas “Descrevendo e Explicando”.....	133
Figura 42	– Exemplo da prática epistêmica “Avaliando a consistência dos dados”.....	135
Figura 43	– Exemplo das práticas epistêmicas “Construindo dados e Descrevendo”.....	136
Figura 44	– Exemplo das práticas epistêmicas “Construindo dados e Classificando”.....	136

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Identificação das dissertações analisadas sobre as atividades experimentais presentes nos Livros Didáticos.....	35
Quadro 2	– Identificação das dissertações e teses analisadas sobre práticas epistêmicas.....	40
Quadro 3	– Resumo das pesquisas encontradas sobre práticas epistêmicas e atividades experimentais.....	46
Quadro 4	– Práticas epistêmicas e relações com o conhecimento proposta por Araújo (2008).....	53
Quadro 5	– Práticas epistêmicas e relações com o conhecimento .....	55
Quadro 6	– Estrutura analítica para analisar as interações em sala de aula.....	58
Quadro 7	– Classes de abordagem comunicativa.....	61
Quadro 8	– Identificação das coleções de Livros Didáticos aprovadas no PNLD de 2018 e no PNLD de 2021.....	68
Quadro 9	– Identificação das seções utilizadas para contagem das atividades experimentais.....	71
Quadro 10	– Identificação e codificação do <i>corpus</i> de análise.....	76
Quadro 11	– Etapa de unitarização e categorização das atividades experimentais.....	78
Quadro 12	– Relações estabelecidas entre as práticas epistêmicas de Produção do conhecimento e as possibilidades discursivas.....	125
Quadro 13	– Relações estabelecidas entre as práticas epistêmicas de Comunicação do conhecimento e as possibilidades discursivas.....	133
Quadro 14	– Relações estabelecidas entre as práticas epistêmicas de Produção e Comunicação do conhecimento e as possibilidades discursivas...	137
Quadro 15	– Relação das práticas epistêmicas que foram encontradas em cada atividade experimental.....	140
Quadro 16	– Aberturas e fechamentos discursivos identificados nas atividades experimentais.....	142

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Combinação de descritores pesquisados para a segunda revisão de literatura.....	40
Tabela 2	– Identificação dos capítulos em que estão inseridas as atividades experimentais sobre a temática eletroquímica.....	74

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATD	Análise Textual Discursiva
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
LDs	Livros Didáticos
PNLD	Programa Nacional do Livro e do Material Didático
PNLEM	Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>LIVROS DIDÁTICOS E ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS.....</b>	<b>22</b>
2.1	ASPECTOS HISTÓRICOS DA EVOLUÇÃO DOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA E AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS .....	22
2.1.1	<b>O Programa Nacional do Livro e do Material Didático de 2018.....</b>	<b>25</b>
2.1.2	<b>O Programa Nacional do Livro e do Material Didático de 2021.....</b>	<b>27</b>
2.2	O ENSINO DE CIÊNCIAS NO CONTEXTO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS.....	30
<b>3</b>	<b>ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E PRÁTICAS EPISTÊMICAS: O QUE RELATAM AS PESQUISAS?.....</b>	<b>34</b>
3.1	ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E LIVROS DIDÁTICOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA.....	34
3.2	PRÁTICAS EPISTÊMICAS E ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: UMA REVISÃO DE LITERATURA.....	39
<b>4</b>	<b>PRÁTICAS EPISTÊMICAS E ABORDAGENS COMUNICATIVAS: REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>49</b>
4.1	PRÁTICAS EPISTÊMICAS E O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	49
4.2	ABORDAGEM COMUNICATIVA PELA PERSPECTIVA DE MORTIMER E SCOTT (2002, 2003).....	57
<b>5</b>	<b>TRAJETÓRIA METODOLÓGICA.....</b>	<b>63</b>
5.1	QUESTÕES DE PESQUISA.....	63
5.2	ANÁLISE DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: A ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA.....	65
5.3	O CAMINHO PERCORRIDO PARA A ESCOLHA DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS.....	68
5.4	<i>CORPUS</i> DE ANÁLISE, UNITARIZAÇÃO E CATEGORIZAÇÃO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS.....	76
<b>6</b>	<b>CONSTRUÇÃO DOS METATEXTOS E RESULTADOS DA PESQUISA.....</b>	<b>86</b>

6.1	PROBLEMATIZANDO A DEFINIÇÃO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROPOSTA PELOS AUTORES DOS LIVROS DIDÁTICOS.....	86
6.2	CONTEXTUALIZANDO O <i>CORPUS</i> DE ANÁLISE DESTA PESQUISA.....	89
6.2.1	<b>O capítulo “Movimento de elétrons: uma introdução ao estudo da eletroquímica”.....</b>	<b>90</b>
6.2.2	<b>O capítulo “Armazenando energia elétrica”.....</b>	<b>105</b>
6.2.3	<b>Comparando os capítulos “Movimento de elétrons: uma introdução ao estudo da eletroquímica” e “Armazenando energia elétrica”.....</b>	<b>115</b>
6.3	CONSTRUÇÃO DOS METATEXTOS: RELAÇÕES ENTRE AS PRÁTICAS EPISTÊMICAS E AS ABORDAGENS COMUNICATIVAS.....	118
6.3.1	<b>Metatexto 1: Produção do conhecimento.....</b>	<b>118</b>
6.3.2	<b>Metatexto 2: Comunicação do conhecimento.....</b>	<b>126</b>
6.3.3	<b>Metatexto 3: Avaliação do conhecimento.....</b>	<b>134</b>
6.3.4	<b>Metatexto 4: Produção e Comunicação do conhecimento.....</b>	<b>134</b>
6.4	PNLD 2018 X PNLD 2021: HÁ DIFERENÇAS ENTRE AS PRÁTICAS EPISTÊMICAS?.....	138
7	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>145</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>149</b>
	<b>APÊNDICE A – Número de atividades experimentais por capítulos dos Livros Didáticos.....</b>	<b>155</b>

## 1 INTRODUÇÃO<sup>1</sup>

Os Livros Didáticos (LDs) constituem-se como importantes ferramentas para o processo de ensino e aprendizagem na Educação Básica brasileira, em especial na educação pública (SANTOS *et al.*, 2007; ROSA, 2017; REZENDE; SILVA, 2020; REZENDE; SILVA, 2021). Muitas vezes eles são os únicos materiais utilizados pelos docentes em sala de aula e uma das principais fontes de pesquisa e estudo de discentes. Por isso, são de grande relevância para pesquisas na área de Educação (SANTOS *et al.*, 2007; ROSA, 2017).

Nessa perspectiva, nos últimos anos, diversas pesquisas envolvendo análise de LDs, da área de Ciências da Natureza, foram desenvolvidas com o objetivo de compreender como é realizada a abordagem de: atividades experimentais, contextualização, tecnologia, interdisciplinaridade, representações, atividades investigativas, interações discursivas, dentre outras (REZENDE; SILVA, 2021; ANJOS; FORTUNA; ROTTA, 2020; SILVA; SOUZA; MORAES, 2019; CANCIAN; RAMOS, 2019; ABREU; GOMES; LOPES, 2005). Essas pesquisas são promissoras para auxiliar professores e pesquisadores na compreensão dessa ferramenta, identificando suas potencialidades e limitações para o processo de ensino e aprendizado.

Algumas investigações da área de Educação em Ciências indicam que as atividades experimentais são importantes estratégias para a construção de significados em sala de aula (GIORDAN, 1999; ANDRADE; VIANA, 2017; GUIMARÃES, 2009; SUART, 2014). Contudo, muitos dos resultados obtidos nesses trabalhos não chegam às escolas, devido à falta de materiais e infraestrutura de algumas instituições, bem como o pouco tempo que os professores dispõem para organizar essas atividades (SUART, 2014). Em razão dessas questões, os LDs, como uma das principais ferramentas utilizadas nas escolas públicas, têm cada vez mais disponibilizado atividades experimentais que sejam acessíveis às escolas brasileiras, e que levem em conta a participação dos estudantes no processo de construção do conhecimento.

---

<sup>1</sup> Nesta Dissertação, optamos por adotar a primeira pessoa do plural ao redigir o texto. Reconhecemos que a Ciência se constrói com a colaboração de múltiplos pesquisadores e teorias. Portanto, este texto reflete uma diversidade de vozes e perspectivas.

Compreendemos, então, que as atividades experimentais são de fundamental importância para o ensino, a partir delas os estudantes podem estabelecer elos entre as teorias científicas estudadas em sala de aula e as observações realizadas por esse tipo de atividade. Conforme Suart e Marcondes (2009), quando uma aula experimental é organizada com o intuito de colocar o estudante diante de uma situação problema e estiver direcionada para a sua resolução, poderá contribuir para o estudante pensar logicamente sobre a situação, apresentar argumentos, analisar dados e expressar suas conclusões.

Nesse sentido, compreender as práticas epistêmicas presentes nas atividades experimentais, isto é, as práticas situadas socialmente em que os cientistas negociam e elaboram valores, é fundamental para entender como os estudantes compreendem a natureza da Ciência (SILVA, 2008). Como também é primordial que os professores entendam como os diferentes tipos de discursos podem auxiliar na aprendizagem dos estudantes. Conforme Mortimer e Scott (2002, p. 284),

pouco é conhecido sobre como os professores dão suporte ao processo pelo qual os estudantes constroem significados em salas de aula de ciências, sobre como essas interações são produzidas e sobre como os diferentes tipos de discurso podem auxiliar a aprendizagem dos estudantes.

Sendo assim, nesta pesquisa, o nosso foco de estudo são as práticas epistêmicas e as possibilidades de interações discursivas presentes nas atividades experimentais dos LDs de Química aprovados no Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) de 2018, e dos LDs de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, aprovados no PNLD de 2021. A nossa intenção é compreender como esses dois conceitos podem ser planejados e previstos para as aulas de Química<sup>2</sup> a partir das atividades experimentais presentes nos LDs. Logo, a principal questão que permeia esta pesquisa é: **Quais são as possibilidades discursivas e práticas epistêmicas presentes nas atividades experimentais dos Livros Didáticos de Química aprovados no PNLD de 2018 e dos Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD de 2021?** Essa questão foi desdobrada em outras, que nortearam a pesquisa:

---

<sup>2</sup> O interesse pela disciplina de Química se justifica pela formação da pesquisadora.

1 - Em cada coleção de Livros Didáticos investigados quais são as temáticas que apresentam o maior número de atividades experimentais?

2 - Há diferença nas possibilidades discursivas das atividades experimentais presentes nos Livros Didáticos de Química aprovados no PNLD 2018 e nos Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD de 2021?

3 - Como e quais são as práticas epistêmicas desenvolvidas nas atividades experimentais das coleções de Livros Didáticos de Química e Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovadas no PNLD de 2018 e no PNLD de 2021, respectivamente?

4 - As diferentes práticas epistêmicas podem indicar distintas possibilidades discursivas?

5 - Quais atividades experimentais podem favorecer aberturas e fechamentos discursivos na perspectiva das abordagens comunicativas de Mortimer e Scott (2002, 2003)?

O interesse por este estudo foi despertado pela participação ativa da pesquisadora em projetos de iniciação científica da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora. Esses projetos tinham como objetivo compreender as práticas investigativas, abordagens comunicativas e representações presentes nas atividades experimentais das coleções de LDs de Química, aprovadas no PNLD de 2018. As pesquisas resultaram na divulgação de seus resultados em eventos e artigos científicos (REZENDE; SILVA, 2020; SILVA; REZENDE, 2020; REZENDE; SILVA, 2021; REZENDE; SILVA, 2022; REZENDE; SILVA, 2022).

Assim, pretendemos com esta pesquisa dar continuidade a este trabalho, procurando compreender as práticas epistêmicas e aprofundar os estudos sobre as possibilidades discursivas presentes nas atividades experimentais.

Este trabalho está organizado em capítulos, conforme descrito a seguir. No primeiro capítulo, apresentamos um panorama sobre o PNLD, os LDs e suas relações com as atividades experimentais e o Ensino de Ciências. No segundo, apresentamos dois levantamentos bibliográficos. No primeiro levantamento, discutimos trabalhos que analisam as atividades experimentais presentes em LDs de Química ou de Ciências. Já, no segundo, apresentamos a revisão de literatura realizada para compreender como as práticas epistêmicas presentes nas atividades experimentais são desenvolvidas pelos estudantes.

No terceiro capítulo, discutimos os referenciais teóricos que orientam a análise de nossa pesquisa. Neste capítulo, apresentamos as ferramentas analíticas utilizadas para compreender as práticas epistêmicas e as abordagens comunicativas, pela perspectiva de Araújo (2008) e Mortimer e Scott (2002, 2003), respectivamente.

No quarto capítulo discutimos os procedimentos metodológicos adotados nas diferentes fases de nossa investigação. No quinto, apresentamos a análise das atividades experimentais contidas nos LDs, realizada por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), e os principais resultados desta pesquisa. Por fim, indicamos as considerações finais, nas quais, respondemos às questões de pesquisa por meio de um conjunto de reflexões. Neste trabalho, esperamos contribuir de forma significativa com as pesquisas sobre LDs e fornecer diretrizes para pesquisas futuras.

## 2 LIVROS DIDÁTICOS E ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Este capítulo tem como objetivo possibilitar uma visão geral para a pesquisadora e os leitores sobre o PNLD e os LDs e suas relações com as atividades experimentais e o Ensino de Química. Na primeira seção, discutimos o PNLD e as atividades experimentais, a fim de compreender como o Programa orienta a presença dessas atividades nas edições de 2018 e de 2021. Na segunda seção, apresentamos como as atividades experimentais têm contribuído para o Ensino de Ciências ao longo dos anos.

### 2.1 ASPECTOS HISTÓRICOS DA EVOLUÇÃO DOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA E AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Ao longo dos anos, a abordagem da Química nos LDs e em sala de aula passou por mudanças significativas, com as atividades experimentais e observações ganhando destaque em relação às teorias. Nos anos de 1899, por exemplo, a Química nas escolas é marcada por aspectos relacionados à memorização de conteúdos por meio do ensinamento dos fenômenos e teorias químicas. Já, no ano de 1911 a recomendação era de não abordar teorias e enfatizar observações e experiências, mesmo que fossem ilustrativas (LOPES, 2007).

Com a criação das universidades brasileiras nos anos de 1930, a produção científica ganhou destaque aproximando as formações de bacharelado e licenciatura, que permitiram a melhoria do Ensino de Ciências nas escolas e a introdução do ensino experimental, conforme Selles (2008, p. 5),

As idéias de ensino experimental ganharam maior visibilidade no currículo educacional brasileiro neste período quando foram identificadas como parte de um processo mais amplo de modernização do país e uma forma de ensino ativo, nos moldes do escolanovismo, que se contrapunham a metodologias tidas como tradicionais e atrasada. Naquele momento, as possibilidades de melhoria do ensino de Ciências por meio da experimentação significavam não só uma ruptura com as metodologias tradicionais, mas uma estratégia para o desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro.

Durante os anos de 1931, foi considerado na disciplina o “conhecimento da composição e da estrutura íntima dos corpos, das propriedades que dela decorrem e das leis que regem as suas transformações” (LOPES, 2007, p. 95). Nessa época, a parte descritiva contida nos LDs era bem extensa e os fenômenos eram mais enfatizados do que as teorias, modelos e linguagens (MORTIMER, 1989 *apud* FINELLI, 2021).

Enquanto isso, na década de 1950 foi incorporado no Ensino de Ciências, projetos americanos que tinham como objetivo a inclusão de conceitos científicos mais modernos ao ensino. Os LDs utilizados nesses projetos foram escritos por cientistas e fundamentados em trabalhos de pesquisa. Dois LDs da área de Química foram traduzidos para o português, a saber: Chemical Bond Approach (CBA) e Chemical, An Experimental Study (CHEM Study) (LOPES, 2007). Esses livros, conforme Lopes (2007), baseavam o processo de ensino e aprendizagem no método científico, o CBA também priorizava o ensino por meio da resolução de problemas.

Na década de 1960, os LDs de Química eram constituídos quase exclusivamente de textos, os títulos ocupavam pouco espaço e as ilustrações eram bem reduzidas. Os conceitos principais passaram a receber destaque na apresentação com alguma impressão diferenciada, como: mudança de fonte ou uso do negrito (MORTIMER, 1988 *apud* FINELLI, 2021).

A partir de 1961, os LDs começaram a apresentar exercícios e questionários ao final de cada capítulo. Porém, ainda havia a predominância de textos, ilustrações expostas em pequeno número e os títulos não ocupam grande destaque (MORTIMER, 1988 *apud* FINELLI, 2021).

Entre os anos de 1970 e 1980 com a diminuição da carga horária do conteúdo de Química, os LDs apresentavam informações vazias, induziam à memorização, apresentavam o conhecimento de forma compartimentalizada e a experimentação como palavra final e sem vínculo com modelos teóricos (FINELLI, 2021).

A partir dos anos de 1990, com a sexta edição da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB - Lei nº 9.394/1996) houve uma nova reestruturação dos níveis educacionais. Em 1999, foram elaborados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), e em 2002, os PCNs+. E ainda, a publicação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em 2018 (FINELLI, 2021). Nesse contexto de reestruturação e sob influência dessas legislações, a aprovação de LDs passa por

avaliações propostas pelos editais do PNLD, que apresentam critérios para a aprovação das obras didáticas.

Diante do exposto, concluímos que a experimentação ganha destaque a partir da década de 1930, seja como uma nova metodologia de ensino que rompe com as metodologias tradicionais ou como uma estratégia para auxiliar no desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil. Atualmente, a experimentação faz parte dos LDs brasileiros e pode ser encontrada por meio de atividades que permitem aos alunos observar, verificar teorias, ou até mesmo investigar e elaborar hipóteses. As obras didáticas aprovadas pelos editais do PNLD apresentam em suas coleções opções de atividades experimentais que são acessíveis às escolas, com materiais alternativos, fáceis de encontrar e bom custo. Contudo, a maioria dos experimentos ainda são tradicionais e buscam a comprovação de teorias, com observações dirigidas e questionamentos sempre ao final da prática (SILVA; REZENDE, 2020). Cabe destacar que mesmo com a inclusão das atividades experimentais na Educação Básica, muitas escolas estaduais não contam com infraestrutura adequada para a realização desse tipo de aula (ANDRADE; DUARTE, 2023, SUART, 2014).

Assim, os LDs atuam como um guia do trabalho do professor, abordando orientações pertinentes ao desenvolvimento dos conteúdos e atividades, discussões pedagógicas, diferentes metodologias, unindo teoria e prática, ciência, tecnologia e sociedade, entre outros.

Nesse viés, o PNLD tem como objetivo convocar interessados em participar do processo de aquisição de obras didáticas destinadas a estudantes, professores e gestores escolares da Educação Básica das escolas públicas federais, estaduais, municipais e do Distrito Federal, conforme orientações disponíveis nos editais (BRASIL, 2015; 2019). Isto é, o PNLD convoca autores e editoras de LDs a participarem do processo de submissão para posterior seleção de obras que serão destinadas às escolas públicas de todo o território brasileiro. Essa seleção é realizada por meio de critérios classificatórios e eliminatórios disponíveis em editais que são publicados pelo Ministério da Educação.

Nas seções seguintes, abordamos alguns critérios para aprovação das obras de Química do edital do PNLD de 2018 e das obras de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do edital do PNLD de 2021. Além disso, investigamos como esses editais influenciam a apresentação das atividades experimentais nos LDs, que são o foco desta pesquisa.

### 2.1.1 O Programa Nacional do Livro e do Material Didático de 2018

O edital do PNLD de 2018<sup>3</sup>, para o Ensino Médio, foi publicado em dezembro de 2015 (Edital de Convocação nº 04/2015) e avaliou obras didáticas para os componentes curriculares de Língua Portuguesa, Matemática, História, Geografia, Física, Química, Biologia, Língua Estrangeira Moderna (Inglês) e Língua Estrangeira Moderna (Espanhol), organizadas obrigatoriamente por ano de escolarização e em coleção. Além disso, também avaliou obras de Sociologia, Filosofia e Arte, organizadas obrigatoriamente em volume único (BRASIL, 2015).

Conforme o edital do PNLD de 2018, a função da escola durante o Ensino Médio é “preparar o estudante para a vida, garantindo sua emancipação e autonomia, num processo de formação integral, humana e sólida” (BRASIL, 2015, p. 30). Assim, o discente do Ensino Médio possui um perfil próprio que deve ser levado em conta para o planejamento do ensino. Desse modo, sua escolarização deve se organizar

como um processo intercultural de formação pessoal e de (re) construção de conhecimentos socialmente relevantes, tanto para a participação cidadã na vida pública, quanto para a inserção no mundo do trabalho e no prosseguimento dos estudos (BRASIL, 2015, p. 30).

Nessa perspectiva, a área de conhecimento de Ciências da Natureza constituída pelos componentes curriculares de Química, Física e Biologia, apresentam como finalidade educacional, para o edital do PNLD de 2018, “formar os jovens para o pleno exercício da cidadania a partir de sua alfabetização científico-tecnológica” (BRASIL, 2015, p. 51). A disciplina de Química, segundo o edital, “caracteriza-se como um conjunto de conhecimentos, práticas e habilidades voltadas à compreensão do mundo material nas suas diferentes dimensões, incluindo o contexto social de produção econômica” (BRASIL, 2015, p. 53). Sendo assim, de acordo com o edital (BRASIL, 2015), às obras didáticas de Química devem considerar:

- (i) os processos de produção ligados à indústria química;
- (ii) os processos ambientais de geração, descarte e tratamento de resíduos;

---

<sup>3</sup> Link de acesso ao edital do PNLD de 2018: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/programas-do-livro/consultas-editais/editais/edital-pnld-2018>. Acesso em: 26 de fev. de 2024.

- (iii) a articulação de seus saberes com diferentes campos, possibilitando formas de compreensão acerca da natureza e das atividades humanas;
- (iv) o princípio de identidade que é expresso no conceito de substância como unidade-base que define a matéria;
- (v) o princípio de processo que se relaciona diretamente com o conceito de reação ou transformação química, que rege toda a estrutura conceitual da ciência, desdobrada em diferentes áreas, como: química inorgânica, química orgânica e físico-química;
- (vi) a articulação entre três níveis de conhecimento: empírico, teórico e linguagem;
- (vii) o estudo de materiais;
- (viii) a dimensão energética envolvida nas transformações;
- (ix) os modelos explicativos voltados para a dimensão microscópica da constituição da matéria.

Com relação a abordagem de atividades experimentais, o PNLD de 2018 cita dois critérios eliminatórios, ou seja, as obras didáticas devem:

- j. apresentar experimentos adequados à realidade escolar, previamente testados e com periculosidade controlada, ressaltando a necessidade de alertas acerca dos cuidados específicos necessários para cada procedimento, indicando o modo correto para o descarte dos resíduos produzidos em cada experimento;
- k. apresentar, em suas atividades, uma visão de experimentação que se alinha com uma perspectiva investigativa, que contribua para que os jovens pensem a ciência como campo de construção de conhecimento permeado por teoria e observação, pensamento e linguagem. Nesse sentido, é plenamente necessário que a obra – em seu conteúdo – favoreça a apresentação de situações-problema que fomentem a compreensão dos fenômenos, bem como a construção de argumentações que favoreçam tomadas de decisão no exercício da cidadania (BRASIL, 2015, p. 57).

No manual do professor será observado se a obra:

- e. explicita, em relação à experimentação, alertas claros sobre a periculosidade dos procedimentos propostos, bem como oferece alternativas na escolha dos materiais para os experimentos. É necessário, também, que haja proposta de atividades experimentais complementares (BRASIL, 2015, p. 57).

Os critérios apresentados destacam a necessidade de rigor na abordagem das atividades experimentais nas obras didáticas. Esses critérios incluem a seleção de experimentos que sejam adequados à realidade escolar, previamente testados e com riscos controlados, enfatizando a importância dos alertas sobre os cuidados necessários e a correta disposição dos resíduos. Adicionalmente, é crucial que as atividades experimentais estimulem uma visão investigativa da ciência, incentivando os jovens a perceberem a ciência como um campo de construção de conhecimento fundamentado em teoria, observação, pensamento crítico e linguagem.

O manual do professor também desempenha um papel crucial ao explicitar alertas claros sobre a periculosidade dos procedimentos experimentais propostos, oferecendo alternativas na escolha dos materiais e propondo atividades experimentais complementares. Esses critérios visam garantir a segurança e a qualidade das atividades experimentais presentes nas obras didáticas, bem como estimular o desenvolvimento de habilidades cognitivas e a formação de cidadãos críticos e participativos.

Portanto, observamos que o edital do PNLD de 2018 manifesta uma preocupação com a presença de atividades experimentais nos LDs, principalmente aquelas que seguem uma perspectiva investigativa, sendo esse um dos critérios para aprovação da coleção. Também é observado a indicação de atividades que sejam adequadas à realidade de cada escola, com materiais alternativos e informações pertinentes à segurança e descarte de resíduos.

### **2.1.2 O Programa Nacional do Livro e do Material Didático de 2021**

O edital do PNLD de 2021, para o Ensino Médio, foi publicado em novembro de 2019 (Edital de Convocação nº 03/2019) e avaliou as obras didáticas conforme cinco objetos, são eles: Objeto 1 - Obras Didáticas de Projetos Integradores e de Projeto de Vida, Objeto 2 - Obras Didáticas por Áreas do Conhecimento e Obras Didáticas Específicas, Objeto 3 - Obras de Formação Continuada destinadas aos professores e à equipe gestora das escolas públicas de ensino médio, Objeto 4 - Recursos Digitais e Objeto 5 - Obras Literárias. Nos objetos 1 e 2 foram avaliadas obras destinadas aos estudantes e professores do Ensino Médio. Para esta pesquisa analisamos as obras da área de conhecimento de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, logo vamos aprofundar este estudo nos critérios referentes ao objeto 2

presentes no edital. As obras didáticas das áreas de conhecimento são compostas por seis volumes que devem abordar, de maneira equânime, todas as competências gerais, específicas e habilidades de cada área. Segundo o edital, os volumes não devem ser sequenciais (BRASIL, 2019).

O edital do PNLD de 2021 visa selecionar LDs que contemplem a nova estrutura do Ensino Médio. Nessa estrutura, houve uma ampliação da carga horária mínima, flexibilização curricular e foco no estudante e seu protagonismo. A flexibilização curricular permite que os discentes escolham parte de sua trajetória educativa, considerando seu projeto de vida e suas perspectivas. O currículo do Ensino Médio passa então a ser dividido entre a etapa da Formação Geral, que é comum a todos os estudantes, e a etapa dos Itinerários Formativos. A BNCC orienta a etapa da Formação Geral e “propõe a substituição da fragmentação curricular pela abordagem interdisciplinar por Área do Conhecimento e o trabalho com o conhecimento aplicado, tendo como foco o desenvolvimento de competências” (BRASIL, 2018, p. 48).

Os LDs serão divididos por áreas de conhecimento, são elas: Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Nessa nova estrutura, as coleções de LDs de Ciências da Natureza e suas Tecnologias devem problematizar e contextualizar a Ciência em relação a processos químicos, físicos e biológicos. Já os Itinerários Formativos são constituídos por um conjunto de unidades curriculares que apresentam como objetivo aprofundar e ampliar as aprendizagens dos estudantes em uma ou mais Áreas de Conhecimento e/ou na Formação Técnica e Profissional (BRASIL, 2018).

Nesse contexto, o PNLD de 2021 apresenta como objetivo promover o desenvolvimento das competências gerais, competências específicas e habilidades definidas pela BNCC, estimulando a autonomia, o protagonismo e a responsabilidade dos estudantes. Assim, “para atender a este edital, as obras inscritas precisam contribuir, decisivamente, para a formação de jovens capazes de construir uma sociedade mais ética, justa, inclusiva, sustentável e solidária” (BRASIL, 2018, p. 49).

De modo geral, o edital do PNLD de 2021 (BRASIL, 2018), prevê que as obras destinadas a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias devem:

- (i) abordar a contextualização e problematização da ciência e da tecnologia em relação aos processos biológicos, físicos e químicos;

- (ii) assegurar a circulação e recepção de textos de divulgação científica e de mídias sociais;
- (iii) explorar conceitos das Ciências da Natureza para resolver problemas na vida cotidiana do estudante, oferecendo subsídios para a tomada de decisão cientificamente informada;
- (iv) trabalhar com diferentes metodologias, em diálogo com os temas contemporâneos, com todas as habilidades da área de Ciências da Natureza por meio de diferentes atividades, exercícios e vivências;
- (v) apresentar atividades envolvendo o uso de representações diversificadas para a construção e disponibilização de processos biológicos, químicos e físicos;
- (vi) apresentar problemas diversificados sobre os mesmos conceitos, de modo a promover a reflexão e o questionamento sobre o que ocorreria se algum dado fosse alterado ou se alguma condição fosse acrescentada ou retirada;
- (vii) valorizar a prática científica e a tomada de decisão cientificamente informada, com foco no desenvolvimento de processos de investigação;
- (viii) relacionar teoria e prática, utilizando metodologias ativas que possibilitem aos estudantes aplicar, na vida cotidiana, os conhecimentos, habilidades, atitudes e valores desenvolvidos.

Averiguamos que o edital do PNLD de 2021, não apresenta informações claras sobre a presença de atividades experimentais nas obras didáticas, apenas considera que as obras devem trabalhar com metodologias diversificadas que permitam a investigação científica, a problematização e a aproximação dos conteúdos com a realidade dos estudantes.

Como abordado anteriormente, o PNLD de 2021 busca selecionar LDs que contemplem a nova estrutura do Ensino Médio. Nessa estrutura, houve uma ampliação da carga horária mínima, flexibilização curricular e foco no estudante e seu protagonismo. O currículo do Ensino Médio passa a ser dividido entre a etapa da Formação Geral e a etapa dos Itinerários Formativos. Para a inclusão dos Itinerários Formativos, a carga horária das disciplinas de Formação Geral Básica foi diminuída, por exemplo, as disciplinas de Física e Química passaram de duas aulas semanais para uma aula semanal no 3º ano do Novo Ensino Médio. Alguns questionamentos podem ser realizados quando pensamos nessa nova estrutura: Os docentes

participaram de formações continuadas para atuarem nos Itinerários Formativos? Houve formação para a equipe diretiva sobre como abordar e trabalhar nessa nova estrutura? A diminuição de carga horária de disciplinas que promovem o conhecimento científico e apresentam amplo conteúdo é benéfica para os estudantes? Há de fato uma abordagem interdisciplinar nos LDs e nas aulas? Ou os LDs apresentam um conteúdo de cada disciplina por capítulo? Porque o edital do PNLD de 2021 não traz informações claras sobre as atividades experimentais como o PNLD de 2018? Visto que essas atividades permitem o protagonismo do estudante e a prática da investigação científica.

Na seção seguinte, vamos abordar as contribuições das atividades experimentais para o Ensino de Ciências.

## 2.2 O ENSINO DE CIÊNCIAS NO CONTEXTO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Nos últimos anos, diversas publicações científicas respaldam a relevância das atividades experimentais no processo de ensino e de aprendizagem e na construção de significados em sala de aula (GIORDAN, 1999; ANDRADE; VIANA, 2017; GUIMARÃES, 2009; SUART, 2014; REZENDE, SILVA; 2020, 2021, 2022). Entretanto, as contribuições dessas pesquisas, na maioria das vezes, não chegam a sala de aulas de Ciências. Esse fato, pode ser justificado pela falta de materiais e infraestrutura das instituições de ensino ou o pouco tempo que os professores dispõem para organizar esse tipo de atividade (SUART, 2014).

Em razão dessas questões, os LDs aprovados pelos editais do PNLD, como um dos recursos mais utilizados nas escolas públicas (SANTOS *et al.*, 2007; ROSA, 2017), têm cada vez mais disponibilizado atividades experimentais que sejam acessíveis às escolas brasileiras, e que levem em conta o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizado. Para Suart e Marcondes (2009, p. 51):

Se uma aula experimental for organizada de forma a colocar o aluno diante de uma situação problema, e estiver direcionada para a sua resolução, poderá contribuir para o aluno raciocinar logicamente sobre a situação e apresentar argumentos na tentativa de analisar os dados e apresentar uma conclusão plausível. Se o estudante tiver a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, ele possivelmente será capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos de uma aula experimental,

a qual privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico.

Nesse contexto, as atividades experimentais são ferramentas importantes que auxiliam na construção de conceitos e permitem aos estudantes estabelecerem elos entre as teorias científicas estudadas em sala de aula e as observações realizadas por esse tipo de atividade. Dentre as várias contribuições das atividades experimentais para o ensino e aprendizagem de Ciências, destacamos: motivar e despertar a atenção dos estudantes, desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo, estimular a criatividade, desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão, aprimorar a capacidade de observação e registro de informações, analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos, aprender conceitos científicos, corrigir erros conceituais e estabelecer e compreender as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (OLIVEIRA, 2010).

Assim, é necessário refletirmos sobre qual papel as atividades experimentais ocupam nas aulas de Ciências, na maioria das vezes, elas são tratadas pelos docentes de modo aproblemático e acrítico. Para Suart e Marcondes (2009, p.51):

Pouca oportunidade é dada aos alunos no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses. O professor é o detentor do conhecimento e a ciência é tratada de forma empírica e algorítmica. O aluno é o agente passivo da aula e a ele cabe seguir um protocolo proposto pelo professor para a atividade experimental, elaborar um relatório e tentar ao máximo se aproximar dos resultados já esperados.

Neste viés, existem várias estratégias e abordagens para a organização de aulas com atividades experimentais, destacamos aqui as atividades investigativas, que podem ou não, serem experimentais. As atividades que conduzem os estudantes a alguma investigação são citadas tanto no PNLD de 2018 quanto no PNLD de 2021. Essa abordagem de ensino pode propiciar, em sala de aula, o protagonismo dos discentes, na medida em que, os estudantes investigam a solução para um problema, tornando-os mais ativos durante as aulas. Conforme Sasseron (2015), o ensino investigativo é uma abordagem didática cujo foco principal é fazer com que os estudantes resolvam um problema sobre determinado fenômeno natural, exercitando práticas de análise, avaliação e comparação, ao mesmo tempo em que interagem com seus colegas, com os materiais disponíveis e com os conhecimentos já sistematizados e existentes. Destacamos que o modo como cada atividade é abordada em sala de

aula sempre depende da postura do professor, assim como, o desenvolvimento das práticas epistêmicas e abordagens comunicativas, que são focos deste estudo.

As aulas de Ciências que apresentam atividades experimentais são lembradas pelos estudantes por despertar um forte interesse, serem motivadoras, lúdicas e vinculadas aos sentidos (GIORDAN, 1999). Essas atividades são marcantes, pois podem envolver análises de mudança de coloração, formação de gases, formação de precipitados, feixes de luz, entre outros. Na maioria das vezes, são atividades que têm como característica trabalhar com o campo visual dos discentes.

Souza *et al.* (2013), enfatizam que as aulas com atividades experimentais devem engajar os estudantes em um trabalho intelectual, para além de manipular vidrarias e reagentes. As atividades experimentais devem “propiciar aos alunos o desenvolvimento da capacidade de refletir sobre os fenômenos físicos, articulando seus conhecimentos já adquiridos e formando novos conhecimentos” (SOUZA, *et al.*, 2013, p. 13).

Nessa perspectiva, é notório o papel fundamental da experimentação na construção, apropriação ou reformulação de significados nas aulas de Química. A experimentação tem entre suas funções, a de aproximar teoria e prática, introduzir conceitos ou exemplificar conceitos. Do mesmo modo, é importante que cada estudante presente em sala de aula atue como protagonista do desenvolvimento de seu conhecimento, de sua atividade.

Nesta pesquisa, compreendemos que as atividades experimentais são aquelas atividades em que os estudantes, de algum modo, estão em contato com reagentes e materiais comuns a um laboratório da área de Ciências ou materiais alternativos diversos para realizar atividades de observação, verificação ou investigação. Destacamos que mesmo com o avanço dos LDs e com a proposta de atividades investigativas previstas nos editais do PNLD de 2018 e de 2021, a maioria dos experimentos contidos nos LDs, em especial os aprovados pelo PNLD de 2018, ainda são tradicionais e buscam a comprovação de teorias, com observações dirigidas e questionamentos sempre ao final da prática (SILVA; REZENDE, 2020).

Neste capítulo, procuramos salientar o PNLD e suas orientações quanto a presença de atividades experimentais nos LDs e as definições e potencialidades desse tipo de atividade para o ensino de Ciências. Nosso objetivo com este estudo não é concluir se as atividades experimentais presentes nas obras didáticas seguem uma metodologia investigativa, mas sim, investigar as potencialidades e limitações

dessas atividades frente ao desenvolvimento das práticas epistêmicas e abordagens comunicativas.

No capítulo seguinte (Capítulo 2), apresentamos a revisão da literatura com o objetivo de buscar contribuições em relação às atividades experimentais presentes nos LDs de Química ou de Ciências e compreender como as práticas epistêmicas presentes nas atividades experimentais podem ser desenvolvidas pelos estudantes.

### 3 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E PRÁTICAS EPISTÊMICAS: O QUE RELATAM AS PESQUISAS?

Neste capítulo, o foco central está na revisão da literatura com o objetivo de identificar contribuições relevantes no campo de estudo para nos auxiliar na seleção de referenciais teóricos. E, ainda, nos proporcionar uma visão abrangente do estado atual do conhecimento relacionado à pesquisa em questão.

Na primeira seção, realizamos um levantamento bibliográfico de trabalhos que analisam as atividades experimentais presentes em LDs de Química ou de Ciências. Na segunda seção, apresentamos a revisão de literatura realizada para compreender como as práticas epistêmicas presentes nas atividades experimentais são desenvolvidas pelos estudantes.

#### 3.1 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E LIVROS DIDÁTICOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Para compreender o que pesquisadores da área de Educação têm expressado sobre as atividades experimentais presentes nos LDs da Educação Básica (Ensino Médio e Ensino Fundamental), realizamos uma pesquisa bibliográfica na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

A BDTD<sup>4</sup> é um portal de busca lançado no final do ano de 2002 que engloba textos completos de dissertações e teses defendidas em instituições brasileiras. Esta se constitui, como o maior banco de dados de teses e dissertações, abrigando pesquisas de cento e quarenta instituições (COUTINHO, 2013).

Inicialmente, realizamos a busca utilizando como descritores “Atividades Experimentais” e “Livros Didáticos”, encontrando sessenta e quatro trabalhos relacionados às diversas áreas de conhecimento, como: Física, Química, Biologia e Matemática. O trabalho de Silva (2018), por exemplo, objetivou identificar se e como os professores atuantes em escolas da rede estadual de Aracaju utilizam o manual do professor presente nos LDs de Matemática para os anos finais do Ensino Fundamental e o trabalho de Santiago (2011) que pesquisou se as atividades experimentais

---

<sup>4</sup> Link de acesso a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações: <https://bdtd.ibict.br/vufind/>. Acesso em: 4 de setembro de 2023.

presentes nos LDs de Física para o Ensino Médio estavam de acordo com os objetivos educacionais propostos na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB/1996.

Como o nosso objetivo inicial é compreender as atividades experimentais presentes nos LDs de Química decidimos delimitar a busca. Para isso, iniciamos uma busca adicional utilizando como descritores “Livros Didáticos”, “Atividades Experimentais” e “Ensino de Química”. A busca no portal da BDTD indicou um total de vinte e três dissertações, defendidas até agosto de 2023, desse total dois trabalhos repetiam na base de dados. Após a leitura do resumo das dissertações identificamos que apenas sete pesquisas, publicadas entre 2009 e 2022, apresentam como objetivo central investigar as atividades experimentais, relacionadas ao Ensino de Química, presentes em LDs de Química ou de Ciências. Assim, apresentamos nesta seção os objetivos, *corpus* de análise e alguns resultados das dissertações selecionadas, buscando compreender e situar como as atividades experimentais estão sendo pesquisadas e apresentadas nos LDs. No Quadro 1, identificamos o título, a instituição de ensino e a autoria das dissertações selecionadas para análise.

Quadro 1 - Identificação das dissertações analisadas sobre as atividades experimentais presentes nos Livros Didáticos

<b>Título</b>	<b>Instituição</b>	<b>Autoria</b>
Análise de experimentos que envolvem química presentes nos livros didáticos de ciências de 1 <sup>a</sup> a 4 <sup>a</sup> séries do ensino fundamental avaliados no PNLD/2007	Universidade de São Paulo	Rafael Cava Mori
A evolução das atividades experimentais em livros didáticos de Química	Universidade Federal de São Carlos	Thalita Arthur
Pressupostos epistemológicos e a experimentação no ensino de Química: o caso de Lavoisier	Universidade Estadual Paulista	Letícia do Prado
Experiment@ : guia didático com abordagem investigativa para o ensino experimental de química	Universidade Federal de Mato Grosso	Elisandra Chastel Francischini Vidrik

Atividades experimentais em Química a partir da vivência dos alunos: uma proposta para a experimentação no Ensino Médio	Universidade de Brasília	Samuel Nepomuceno Ferreira
Indicadores de alfabetização científica identificados nas atividades experimentais propostas em livros didáticos de ciências nos anos iniciais	Universidade Cruzeiro do Sul	Agda Melania Polydoro
Relação entre atividades experimentais e o setor sucroalcooleiro nos Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	Vagner Torres dos Santos

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Em sua pesquisa de dissertação, Mori (2009) investiga atividades experimentais relacionadas ao conceito de transformações químicas presentes nos LDs de Ciências de 1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup> série do Ensino Fundamental aprovados no PNLD de 2007. Para isso, o pesquisador analisou propostas de atividades experimentais em que havia a ocorrência de transformações químicas, foram identificadas quatrocentas e três atividades que foram classificadas quanto ao grau de participação do estudante e sua relação com o ensino de Química. Os resultados apontam um número alto de atividades experimentais que exigem dos estudantes apenas a montagem dos instrumentos, as observações/coletas de dados e a apresentação de conclusões. As atividades em que os alunos são solicitados a planejarem experimentos e elaborarem hipóteses são raras. Além disso, a pesquisa averiguou que a maioria dos livros não integra as atividades a um ensino elementar de Química, as atividades são utilizadas principalmente para o ensino de princípios gerais de alguns fenômenos da natureza (MORI, 2009).

Arthur (2011), investigou em seu mestrado a evolução das atividades experimentais presentes em LDs de Química a partir do ano de 1875 até o ano de 2010. Como objetivos específicos a pesquisadora propôs a: (i) classificar os experimentos conforme as suas características (demonstrativa, empirista-indutivista e/ou investigativa), conforme referencial teórico de Moraes (1998) e Borges (2002) e (ii) analisar as mudanças dos experimentos apresentados nos LDs. Para a análise dos

experimentos a autora dividiu os livros em seis períodos: 1875 - 1930, 1931 - 1941, 1942 - 1960, 1961 - 1970, 1971 - 1996, 1997 - 2010. Após a análise, Arthur (2011) destaca que as atividades experimentais foram se modificando ao longo do tempo, passando de predominantemente demonstrativas para empirista-indutivista, e a partir do último período as atividades investigativas ganharam destaque. A autora ainda destaca a adaptação das atividades experimentais as diretrizes curriculares e a importância das pesquisas na área de Ensino de Química, segundo ela

as atividades experimentais propostas nos livros didáticos estão se adaptando as diretrizes curriculares, mesmo que lentamente. E essa adaptação está diretamente associada ao desenvolvimento das pesquisas na área de ensino de química, que teve início concomitantemente com o primeiro indício de atividades investigativas nos livros e se expandiram no decorrer dos anos (ARTHUR, 2011, p. 53).

Já Prado (2015) investigou, no seu mestrado, qual o papel da experimentação na história da química e no ensino de conteúdos específicos desta ciência, buscando identificar suas potencialidades e limitações. Em um primeiro momento, a pesquisadora realizou um levantamento das propostas experimentais contidas nos LDs aprovados no PNLD para o Ensino Médio do ano de 2012, analisando aspectos relacionados a: planejamento do professor, modalidade de experimentação (verificação, demonstração, investigação) e expectativa de retorno dos alunos. Para compreender a modalidade da atividade experimental a autora se baseou em Hodson (1994), Oliveira (2010) e Lopes (2004). No segundo momento, Prado (2015) buscou por experimentos e trechos dos livros que abordavam o trabalho de Lavoisier, procurando identificar as concepções de experimentação presentes nesses materiais. A pesquisadora concluiu que a experimentação é inserida no Brasil após 1960 e vêm sendo discutida por vários pesquisadores da área de Ciências como uma estratégia que favorece o aprendizado (PRADO, 2015).

O trabalho de pesquisa de Vidrik (2016), teve como objetivo a construção de um produto educacional (guia didático) para contribuir com a prática pedagógica dos professores de Química, propondo atividades experimentais de cunho investigativo. O guia didático, denominado de Experiment@, foi desenvolvido a partir de pesquisas realizadas sobre o ensino por investigação e estudo dos LDs de Química aprovados no PNLD de 2015. Com relação aos LDs, a pesquisadora analisou quatro livros de

Química do 1º ano do Ensino Médio, com o objetivo de identificar se esses livros apresentavam atividades experimentais investigativas. Vidrik (2016), concluiu que as obras didáticas analisadas apresentavam poucas atividades experimentais com abordagem investigativa.

Em sua pesquisa de mestrado, Ferreira (2018) se propôs, inicialmente, a avaliar e caracterizar a abordagem experimental presente nos LDs de Química distribuídos nas escolas de Ensino Médio pelo PNLEM (Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio) de 2015, para posteriormente construir uma proposição didática com quatro atividades experimentais. Para atingir tal objetivo, o pesquisador realizou a análise das atividades experimentais dos LDs de Química das duas coleções mais distribuídas no Brasil no ano de 2015 por meio da aplicação de oito questionamentos avaliativos. O pesquisador concluiu que ainda há nas coleções analisadas dificuldades para que seja abordado, nas aulas de Química, atividades experimentais de cunho investigativo. Ferreira (2018, p. 105) ainda complementa dizendo que

É perceptível que muitos obstáculos para a prática da experimentação ainda estão presentes nas coleções analisada. A realidade do ambiente onde os estudantes estão inseridos não tem sido um fator levado em consideração pelos autores e editoras das coleções. Uma justificativa para tal situação perpassa o alcance do programa de distribuição dos livros, uma vez que o mesmo material deve ser utilizado por alunos de todas as regiões do país e assim, as condições regionais não são abordadas nestes materiais.

Polydoro (2019), avaliou em sua pesquisa de mestrado, se as atividades experimentais dos LDs para o Ensino Fundamental anos iniciais (1º ao 5º ano) apresentavam indicadores de alfabetização científica. Para isso, a pesquisadora avaliou os livros do professor da coleção Aprender Juntos Ciências aprovada pelo PNLD de 2019. Após a análise dessas atividades, Polydoro (2019) verificou a potencialidade desse tipo de atividade para promover a alfabetização científica, assegurando aos estudantes melhor compreensão do conteúdo teórico, a criação de elos entre os conceitos e a realidade, além de sua contribuição para a divulgação do conhecimento científico. A autora também identificou que as atividades experimentais presentes nos LDs permitem “inúmeras possibilidades de contextualização, interdisciplinaridade e desenvolvimento da linguagem oral e escrita, por ter temas do cotidiano, relacionados à vida e natureza em seus eixos temáticos” (POLYDORO, 2019, p. 74).

Para finalizar, Santos (2022) objetivou em sua pesquisa de mestrado a analisar os experimentos de Química, relacionados ao setor sucroalcooleiro, presentes nos LDs de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD de 2021. O pesquisador também buscou, com o resultado das análises, propor um material didático que atenda a professores e alunos de regiões com essa característica econômica. Os dados obtidos demonstraram que a distribuição das atividades experimentais, se apresenta de modo não regular e a temática é tratada superficialmente. Assim, Santos (2022) propôs um material didático com roteiros de atividades experimentais contextualizadas com a realidade dos alunos de regiões com economia voltada ao setor sucroalcooleiro (SANTOS, 2022).

Diante do exposto, é notável que as atividades experimentais são importantes de serem investigadas e compreendidas. Observamos nas pesquisas apresentadas, que esse tipo de atividade auxilia no processo de aprendizagem dos estudantes quanto ao conhecimento Químico, seja do Ensino Médio ou do Ensino Fundamental. Porém, ainda há muito a se avançar quanto a melhoria das atividades experimentais, principalmente, na inclusão de mais propostas de cunho investigativo nos LDs. Nesse sentido, justifico a relevância desta investigação para compreender as potencialidade e limitações das atividades experimentais presentes nos LDs aprovados pelos editais do PNLD de 2018 e 2021.

### 3.2 PRÁTICAS EPISTÊMICAS E ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Na segunda etapa da nossa revisão de literatura, procuramos compreender com mais profundidade o desenvolvimento das práticas epistêmicas relacionadas às atividades experimentais realizadas pelos estudantes. Nosso objetivo é identificar como essas práticas são manifestadas e categorizadas ao longo do desenvolvimento de uma atividade experimental. Dessa forma, este levantamento visa enriquecer nossa compreensão das categorias e referenciais teóricos relevantes, contribuindo no processo de análise de dados. Para atingir tal objetivo, realizamos uma busca pelo portal da BDTD utilizando algumas combinações de descritores, de acordo com o Tabela 1:

Tabela 1 - Combinação de descritores pesquisados para a segunda revisão de literatura

<b>Descritores</b>	<b>Números de trabalhos encontrados na BDTD</b>
Práticas Epistêmicas e Atividades Experimentais	14
Práticas Epistêmicas, Atividades Experimentais e Livros Didáticos	0
Práticas Epistêmicas, Atividades Experimentais, Livros Didáticos e Interações Discursivas	0

Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Conforme observado na Tabela 1, quando utilizamos como descritores Práticas Epistêmicas, Atividades Experimentais e Livros Didáticos não encontramos nenhum trabalho. O mesmo ocorre quando são utilizados como descritores: Práticas Epistêmicas, Atividades Experimentais, Livros Didáticos e Interações Discursivas. Dessa forma, para realizar a revisão de literatura empregamos como descritores Práticas Epistêmicas e Atividades Experimentais encontrando um total de quatorze pesquisas, desse total apenas seis pesquisas, publicadas entre 2018 e 2020, relacionam a aplicação de atividades experimentais com as práticas epistêmicas, as quais são identificados no Quadro 2 e apresentadas em seguida.

Quadro 2 - Identificação das dissertações e teses analisadas sobre práticas epistêmicas

<b>Título</b>	<b>Instituição</b>	<b>Autoria</b>
Contribuições de diferentes modalidades de atividades experimentais ao ensino e aprendizagem de física	Universidade Federal de Minas Gerais	Fabiano Vasconcelos Dias
A construção de inscrições e seu uso no processo argumentativo em uma atividade investigativa de biologia	Universidade de São Paulo	Maíra Batistoni e Silva
O uso de abordagens histórica-investigativa na reelaboração de roteiros da experimentoteca do CDCC-USP	Universidade de São Paulo	Renata da Fonseca Moraes Batista

O papel de uma atividade de ensino por investigação de imunologia nas aulas de cursos das áreas de ciências biológicas e da saúde	Universidade Federal de Minas Gerais	Paula Seixas Mello
Experimentação em aulas de química orgânica: identificando práticas epistêmicas nos registros produzidos por estudantes do ensino médio	Universidade Federal de Ouro Preto	Juliana Aparecida Aguiar
Análise dos princípios de planejamento argumentativo e das condições de promoção da argumentação na formação inicial de professores de física	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”	Maykell Júlio de Souza Figueira

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Observamos no Quadro 2 que todos os trabalhos que relacionam a aplicação de atividades experimentais com as práticas epistêmicas se concentram na região Sudeste do Brasil. Isto é, conforme as pesquisas analisadas, na revisão bibliográfica, as investigações sobre as práticas epistêmicas são mais comuns em Minas Gerais e São Paulo. Essa constatação pode ser um dos desdobramentos desta pesquisa.

Em sua pesquisa de dissertação, Dias (2018) avaliou as interações discursivas que ocorreram entre os estudantes e entre estudantes e professor a partir da aplicação de três diferentes abordagens de atividades experimentais, são elas: Laboratório Físico em pequenos grupos, Laboratório Virtual em dupla e Demonstração Experimental Dialogada. As atividades foram aplicadas para uma turma do 2º ano do Ensino Médio da rede privada de Belo Horizonte. Por meio dessa aplicação o autor avaliou o papel do professor, o grau de direcionamento, às práticas epistêmicas incentivadas e às contribuições formativas para o ensino e aprendizagem de Física. Dias (2018) analisou as interações discursivas por meio das categorias de práticas epistêmicas e suas instâncias sociais (produção, comunicação e avaliação) se baseando no referencial teórico de Sandoval (2004), Kelly (2008), Silva (2015) e Sasseron e Duschl (2016). Para o pesquisador, as práticas epistêmicas alinhadas às diferentes abordagens das atividades experimentais propostas, permitiram entender

o modo como os alunos se apropriam dos conhecimentos construídos no decorrer das atividades.

Silva (2015), em sua tese de doutorado, buscou compreender como ocorre o engajamento dos discentes em práticas epistêmicas da cultura científica com o objetivo de “analisar as características das inscrições, das explicações e dos argumentos produzidos pelos alunos durante uma investigação sobre dinâmica populacional em aulas de biologia” (SILVA, 2015, p. 33). Para atingir tal objetivo, a autora investigou a relação entre inscrições literárias e argumentos produzidos por alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual de São Paulo, durante a aplicação de uma sequência didática investigativa em Biologia. O referencial teórico em que Silva (2015) se baseou para compreender as práticas epistêmicas, foram: Kelly (2008), Sasseron e Carvalho (2011), Silva (2008), Kelly e Duschl (2008), Jiménez-Alexandre *et al.* (2008), Kelly e Chen (1999), Duschl (2007), Toulmin (2006), Latour (2000), Kelly e Takao (2002), Jiménez-Alexandre e Reigosa (2006), Sandoval (2001, 2003), Araújo (2008), Lima-Tavares (2009), Araújo e Mortimer (2009), entre outros. A partir do referencial teórico apresentado anteriormente, Silva (2015) analisou os relatórios científicos elaborados pelos alunos a fim de evidenciar quais práticas epistêmicas foram desenvolvidas. Para isso, a pesquisadora definiu as unidades de análise chamando-as de marca, se referindo a um parágrafo, em caso de texto corrido, ou a uma inscrição literária (desenho, esquema, foto, tabela, gráfico). Para a classificação das marcas de acordo com as práticas epistêmicas a autora utilizou como referencial teórico inicial Araújo (2008). Contudo, após a primeira análise dos relatórios, Silva (2015) identificou que algumas categorias da literatura utilizada não estavam presentes no seu conjunto de dados e algumas características presentes nos relatórios não estavam estabelecidas nas categorias definidas previamente. Sendo assim, a pesquisadora produziu uma tabela que apresenta as categorias de análise utilizadas em seu trabalho com a descrição das práticas epistêmicas. As práticas epistêmicas evidenciadas foram: problematizar, elaborar hipótese, planejar investigação, fazer previsões, construir dados, considerar diferentes fontes de dados, concluir, citar, narrar, descrever, usar linguagem representacional, explicar, argumentar, exemplificar, opinar, definir/conceituar, generalizar, usar dados para avaliar teoria e avaliar a consistência dos dados. Silva (2015), concluiu que as práticas epistêmicas desenvolvidas pelos estudantes se diferem a depender do tipo de dado coletado por eles. Para a autora

considerando todo o conjunto de relatórios produzidos, a análise das práticas epistêmicas nos revelou que a atividade de investigação proposta permitiu o engajamento dos alunos em práticas sociais da ciência, especialmente aquelas relacionadas à produção e comunicação do conhecimento, visto que produziu situações nas quais os alunos precisaram decidir “o que contava” como evidência, padrão e explicação na investigação realizada (SILVA, 2018, p. 154).

Em sua tese de doutorado, Batista (2018) avaliou as potencialidades, limitações e desafios envolvidos na abordagem de atividades experimentais investigativas que discutem aspectos da história e filosofia da ciência em aulas de Física. Como referencial de análise a autora utilizou o Losango Didático proposto por Méheut e Psillos (2004), considerando as dimensões epistêmicas e pedagógicas dos saberes escolares no processo de ensino e aprendizagem. Batista (2018) também analisou as práticas epistêmicas que emergem da dinâmica discursiva dos alunos na aplicação das atividades utilizando como referencial teórico para compreensão dessas práticas: Kelly e Duschl (2002), Kelly (2008), Freire *et al.* (2013), Silva (2008, 2015), Manzoni de Almeida, Marzin Janvier e Trivelato (2016), Sasseron e Duschl (2016), Araújo (2008), Sandoval e Morrison (2003), Jiménez Aleixandre e Reigosa (2006), Sandoval e Reiser (2004), Scarpa (2015), entre outros. Para avaliar as práticas epistêmicas desenvolvidas pelos estudantes a pesquisadora adaptou o sistema de práticas proposto por Silva (2015); Manzoni de Almeida, Marzin Janvier e Trivelato (2016) e Araújo (2008). Por meio das discussões realizadas entre os discentes e o docente nas atividades, Batista (2018) conseguiu identificar as práticas epistêmicas relacionadas à produção, comunicação e análise do conhecimento, planejamento de investigações científicas, organização e síntese do conhecimento. Também foi possível observar algumas práticas epistêmicas de produção e comunicação do conhecimento, nos relatórios elaborados pelos alunos, essas práticas foram desenvolvidas na forma de escrita e de desenhos. A pesquisadora percebeu com sua tese

que as práticas epistêmicas estão diretamente associadas ao papel do professor dentro da sala, visto que ele é o responsável por proporcionar os momentos em que essas práticas se manifestam. O ambiente criado dentro da sala de aula deve ser, portanto, acolhedor e estimulante de forma que os alunos se sintam livres para dialogar, discutir e manifestar suas ideias, e o professor consiga desempenhar o papel de mediador (BATISTA, 2018, p. 152).

Mello (2019), em sua tese de doutorado, elaborou uma atividade experimental investigativa com a temática de imunologia e caracterizou as questões de linguagem escrita e as práticas epistêmicas derivadas das interações entre os estudantes durante a execução da atividade experimental em cursos de graduação em Ciências Biológicas e da Saúde. Com relação às práticas epistêmicas, a pesquisadora apresentou como objetivos específicos:

- i) verificar a presença das Práticas Epistêmicas nos escritos dos estudantes no “Caderno de Laboratório” da atividade investigativa, segundo adaptação à ferramenta utilizada em Manzoni-de-Almeida *et al.*, 2016.
- ii) analisar e caracterizar a estrutura dos argumentos formulados nos escritos dos estudantes no “Caderno de Laboratório” da atividade investigativa, segundo ferramenta descrita em Kelly e Takao, 2002 (MELLO, 2019, p.44).

Para auxiliar na compreensão das práticas epistêmicas a pesquisadora se baseou em diversos autores, como: Araújo e Mortimer (2009), Jiménez-Aleixandre, Mortimer, Silva e Dias (2008); Kelly e Licona (2018), Jiménez-Aleixandre *et al.* (2008), Kelly (2008), Sandoval (2000), Sasseron e Duschl (2016), entre outros. Já na análise das práticas epistêmicas, a pesquisadora utilizou dos escritos dos “Cadernos de Laboratório”, ou seja, dos relatórios produzidos pelos alunos, adaptando a ferramenta utilizada pelos autores Manzoni-de-Almeida *et al.* (2016) descrita previamente em Silva (2015). Assim, Mello (2019) analisou como práticas epistêmicas: fazer questões, desenvolver hipóteses, fazer previsões, explicar esquema de investigação, fazer inscrições literárias, mencionar inscrições no texto, descrever dados, comparar dados, interpretar dados, explicar dados, inferir, lidar com dados anômalos, acessar a consistência dos dados, relacionar dado e teoria, conceituar, concluir e considerar diferentes fontes de dados. Para a análise de argumentos nos “Cadernos de Laboratório” a autora adaptou a ferramenta descrita em Kelly e Takao (2002), utilizando de sete níveis epistêmicos, são eles: a) Nível VII - saberes não congruentes com os saberes científicos, b) Nível VI - saberes das teorias de outras áreas do conhecimento, c) Nível V - saberes da teoria geral do complemento, d) Nível IV - relação entre expectativas, resultados obtidos e fatores experimentais, e) Nível III - como o resultado se relaciona à pergunta experimental, f) Nível II - conclusões imediatas obtidas pelas análises dos resultados dos experimentos e g) Nível I - representação de dados. As unidades de análise definidas pela autora para

classificação das práticas epistêmicas também foram utilizadas para a análise dos argumentos (níveis epistêmicos - NE). Por meio de suas análises Mello (2019) concluiu que

A análise das práticas epistêmicas evidencia que os estudantes recorrem a algumas práticas sociais normatizadas, especialmente descrição, interpretação, menção às inscrições não verbais e relação entre dado e teoria. Essas práticas têm correspondência com as práticas mobilizadas pelos pesquisadores durante a análise de dados experimentais. Interessantemente, os estudantes parecem trazer previamente algum conhecimento sobre estilo de escrita científica, que se traduz no uso corriqueiro de contraposições, correspondências com expectativas, e menção a dados anômalos nos argumentos. A análise da estrutura dos argumentos revela que, nesse caso, também há similaridade com a estrutura de um argumento científico. Os estudantes construam sentenças em diferentes níveis de generalidade, com predomínio de asserções nos níveis epistêmicos do contexto particular de análise (NEI e NEII) ou dos fatores relacionados ao contexto de obtenção dos dados (NEIV) (MELLO, 2019, p. 156-157).

Em sua dissertação de Mestrado, Aguilar (2020) buscou analisar os registros escritos produzidos por estudantes do Ensino Médio a partir de um experimento com abordagem investigativa, a fim de, identificar as práticas epistêmicas desenvolvidas. A sequência didática proposta pela pesquisadora foi aplicada para alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola da rede privada localizada na região metropolitana de Belo Horizonte. Para a compreensão das práticas epistêmicas a autora se baseou nos trabalhos de Duschl (2008), Sasseron e Duschl (2016), Jiménez-Aleixandre e Crujeiras (2017), Sasseron e Souza (2019), Kelly e Licona (2018), Silva (2015), Araújo (2008), entre outros. Para a avaliação dos registros escritos produzidos pelos estudantes, Aguilar (2020) utilizou das categorias de práticas epistêmicas definidas por Silva (2015). Conforme a pesquisadora, para que as práticas epistêmicas sejam estabelecidas em sala de aula é necessário uma comunidade de práticas em que o papel do professor como mediador e indagador do conhecimento é fundamental. Além disso, para Aguilar (2020) é fundamental que as concepções prévias dos estudantes sejam consideradas. Para a pesquisadora, o desenvolvimento das práticas epistêmicas permite o engajamento nas atividades propostas, aprendizagem epistêmica e a construção de um conhecimento próximo do científico.

Figueira (2020), teve como objetivo em sua tese de doutorado compreender como quatro disciplinas do curso de Licenciatura em Física, de uma universidade

pública do estado de São Paulo, estão configuradas em relação a seis elementos que influenciam o desenvolvimento da argumentação por parte dos estudantes, são eles: papel do professor, papel do estudante, avaliação, metacognição, comunicação e currículo. O pesquisador obteve os dados por meio de entrevistas semiestruturadas com os docentes das disciplinas e licenciandos do curso, notas de campo obtidas pelo acompanhamento das aulas, leitura das ementas e informações obtidas pela plataforma lattes. Segundo Figueira (2020, p. 58), baseado em Mercier e Heintz (2014), a argumentação

é uma das práticas epistêmicas mais fundamentais nos processos de construção social do conhecimento científico, na interpretação de dados empíricos, na formulação de teorias, modelos e leis científicas, e na comunicação com as comunidades científicas e com o público leigo.

O pesquisador concluiu em sua investigação que as quatro disciplinas acompanhadas não são caracterizadas como espaços propícios para o desenvolvimento dos saberes argumentativos por parte de seus estudantes, as aulas eram geralmente expositivas e sem muito diálogo entre o professor e aluno.

No Quadro 3, elaboramos um resumo dos trabalhos apresentados acima, destacando: etapa de escolarização, em que momento ocorreu a aplicação da atividade experimental e como as práticas epistêmicas foram investigadas.

Quadro 3 - Resumo das pesquisas encontradas sobre práticas epistêmicas e atividades experimentais

<b>Título</b>	<b>Etapa de escolarização</b>	<b>Aplicação da atividade experimentais</b>	<b>Investigação das práticas epistêmicas</b>
Contribuições de diferentes modalidades de atividades experimentais ao ensino e aprendizagem de física	Ensino Médio	As atividades experimentais foram realizadas antes da apresentação do conteúdo formal	Por meio das interações discursivas entre alunos e entre alunos e professores

A construção de inscrições e seu uso no processo argumentativo em uma atividade investigativa de biologia	Ensino Médio	As atividades experimentais investigativas propostas pela pesquisadora foram aplicadas no meio de uma sequência didática	Por meio de relatórios científicos produzidos por alunos a partir da aplicação da atividade experimental
O uso de abordagens histórica-investigativa na reelaboração de roteiros da experimentoteca do CDCC-USP	Ensino Médio	As atividades experimentais foram aplicadas pelo docente por meio de problematizações iniciais	Por meio das interações discursivas entre os alunos e entre aluno e professor
O papel de uma atividade de ensino por investigação de imunologia nas aulas de cursos das áreas de ciências biológicas e da saúde	Ensino Superior	A atividade experimental foi aplicada após as aulas teóricas	Por meio dos escritos no “Caderno de Laboratório”
Experimentação em aulas de química orgânica: identificando práticas epistêmicas nos registros produzidos por estudantes do ensino médio	Ensino Médio	A atividade experimental fez parte de uma sequência de aulas	Registros escritos produzidos por estudantes a partir de uma atividade experimental investigativa
Análise dos princípios de planejamento argumentativo e das condições de promoção da argumentação na	Ensino Superior	Atividade experimental investigativa foi realizada durante a disciplina de Laboratório de Física I	Foram utilizadas para análises transcrições de áudio e vídeo

formação inicial de professores de física			
---	--	--	--

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Observamos no Quadro 3, que a maioria dos trabalhos analisados são referentes a investigações realizadas no Ensino Médio que buscam compreender como as práticas epistêmicas são mobilizadas por meio de interações entre alunos e entre alunos e professores e relatórios construídos após a aplicação de uma atividade experimental. As atividades experimentais foram aplicadas, geralmente, ao meio de uma sequência de aulas sobre determinada temática e em sua maioria são atividades com uma abordagem investigativa.

Diante dos fatos apresentados, é notável que as práticas epistêmicas têm muito a contribuir com a formação dos discentes. Porém, ainda requer maior atenção por parte dos pesquisadores, em especial os de Ensino de Química, no qual, com essa revisão de literatura, só encontramos uma pesquisa voltada para essa área do conhecimento. Além disso, identificamos apenas seis trabalhos que relacionam a aplicação de atividades experimentais com as práticas epistêmicas e não observamos nenhuma pesquisa que busca compreender como essas práticas podem ser desenvolvidas a partir de atividades presentes nos LDs, mais especificamente, nas atividades experimentais.

Dessa forma, justificamos a relevância desse trabalho para identificar e compreender como as práticas epistêmicas estão presentes em algumas atividades experimentais disponíveis nos LDs de Química do PNLD de 2018 e nos LDs de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do PNLD de 2021.

Nesse contexto, no próximo capítulo, apresentamos o referencial teórico das práticas epistêmicas escolhido com base no levantamento bibliográfico realizado, além das análises discursivas que foram utilizadas para investigar as atividades experimentais.

## **4 PRÁTICAS EPISTÊMICAS E ABORDAGENS COMUNICATIVAS: REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste capítulo, delineamos o referencial teórico que sustenta esta pesquisa. Na primeira seção, destacamos os autores cujas teorias orientam a nossa compreensão das práticas epistêmicas nas atividades experimentais, baseando principalmente no referencial de Araújo (2008). Na segunda seção, apresentamos os conceitos de abordagem comunicativa pela perspectiva de Mortimer e Scott (2002, 2003) para compreender quais são os possíveis discursos que podem ser mobilizados pelos docentes em sala de aula a partir do desenvolvimento das atividades experimentais.

### **4.1 PRÁTICAS EPISTÊMICAS E O ENSINO DE CIÊNCIAS**

Nesta seção, apresentamos as principais definições de práticas epistêmicas<sup>5</sup> encontradas na literatura e o referencial teórico que adotamos para a análise das atividades experimentais. A elaboração deste texto decorre da revisão bibliográfica apresentada no Capítulo 2, durante o qual destacamos os principais referenciais teóricos que contribuem para a compreensão das práticas epistêmicas e auxiliam na análise das atividades experimentais presentes nos LDs.

O Ensino de Ciências, em particular o Ensino de Química, deve ser abordado nas salas de aulas de modo a permitir ao estudante compreender aspectos básicos e fundamentais da natureza da Ciência. Portanto, o professor deve favorecer que os alunos vivenciem e experienciem metodologias diversificadas que possibilitem a compreensão não apenas de conceitos, mas da Ciência como um todo (SILVA, 2008).

Nessa perspectiva, Silva (2008) justifica que o crescente interesse pelas práticas epistêmicas se relacionam com a premissa de que a Ciência deve ser compreendida como uma prática situada socialmente em que os cientistas negociam e elaboram valores.

Com base nessa premissa, podemos identificar características específicas que definem uma comunidade como epistêmica a partir de suas práticas sociais. Para

---

<sup>5</sup> Neste trabalho, não temos a intenção de apresentar um estudo exaustivo das práticas epistêmicas, mas explorar e compreender aquelas que se alinham com os objetivos da pesquisa.

Kelly (2008) essas práticas são constituídas por um conjunto padronizado de ações, desenvolvidas por um grupo de pessoas com base em propósito e expectativas comuns. Além disso, essas comunidades compartilham valores, ferramentas e significados culturais. Assim, Kelly (2008, p. 99), define as práticas epistêmicas como as “formas específicas pelas quais os membros de uma comunidade propõem, justificam, avaliam e legitimam as reivindicações de conhecimento dentro de uma estrutura disciplinar”.

As práticas epistêmicas também podem ser compreendidas como um conjunto de práticas que os estudantes utilizam para construir seu próprio conhecimento da Ciência escolar por meio de atividades de investigação, tanto cognitivas quanto discursivas (SANDOVAL, 2001; 2005). Segundo Sandoval (2005), essas práticas estão ligadas a ideias sobre o que é o conhecimento, com quais métodos o conhecimento é produzido e quais são os critérios para avaliar suas afirmações. Nesse sentido, investigar e compreender as práticas epistêmicas são fundamentais para promover um ensino de Ciências que proporcione aos estudantes não apenas o domínio de conceitos, mas também o desenvolvimento de habilidades essenciais para a investigação e a construção do conhecimento científico.

De acordo com Kelly e Duschl (2002, p. 19), as práticas epistêmicas se referem a “formas específicas com que membros de uma comunidade observam, inferem, justificam, avaliam e legitimam ao longo do processo de construção do conhecimento”. Para os autores, há três questões relevantes para considerar as práticas epistêmicas na educação científica, que são: “representar dados, persuadir os pares e observar de um particular ponto de vista” (KELLY; DUSCHL, 2002, p. 07).

Em um trabalho desenvolvido por Jimenez-Aleixandre e Bustamante (2008, *apud* SILVA, 2008) foram ponderados os padrões de argumentação dos estudantes com relação a aprendizagem de Ciências considerando as práticas epistêmicas, conforme Kelly (2008), como atividades de produção, comunicação e avaliação do conhecimento. Para os autores, na dimensão de produção, os alunos articulam os saberes e trabalham com diferentes padrões de dados. Na dimensão da comunicação, os estudantes interpretam e constroem representações a partir dos dados obtidos, buscando persuadir outros membros da comunidade. Na avaliação, os alunos utilizam das teorias e dados obtidos para evidenciar e avaliar em um processo argumentativo suas conclusões (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BUSTAMANTE, 2008, *apud* SILVA, 2008).

Jiménez-Aleixandre e Agraso (2006), consideram as práticas epistêmicas como uma das dimensões para a apropriação da linguagem científica na construção do discurso científico. Para as pesquisadoras, “a construção do conhecimento científico é uma atividade epistêmica, em que são relevantes os critérios acerca de que conhecimento é aceitável” (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; AGRASO, 2006, p. 16).

Diante do exposto, de modo geral, as práticas epistêmicas estão associadas à produção, comunicação e avaliação do conhecimento científico (KELLY; DUSCHL, 2002; KELLY, 2008; SANDOVAL, 2005; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BUSTAMANTE, 2008, *apud* SILVA, 2008). Além disso, as práticas epistêmicas podem ser investigadas a partir de diferentes objetos de pesquisa, como: ações dos professores, ações dos estudantes, práticas discursivas entre alunos e entre alunos e professores, análise de relatórios, dentre outras.

Nosso objetivo com esta pesquisa é compreender como as práticas epistêmicas de produção, comunicação e avaliação do conhecimento são apresentadas nas atividades experimentais dos LDs de Química aprovados no PNLD de 2018 e dos Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD de 2021. Para atingir tal objetivo, utilizamos como referencial de análise Araújo (2008).

Em sua dissertação de mestrado, Araújo (2008), se baseando no referencial de Sandoval e Morrison (2003) considera que

Nas práticas epistêmicas os estudantes podem, por exemplo, ocupar-se com a construção de teorias ou em descobrir teorias. Ao questionar suas idéias, participam da geração e avaliação do conhecimento, podendo assim avaliar hipóteses alternativas ou relacionar teorias com provas. As práticas epistêmicas, no âmbito da sala de aula de ciências, podem ser entendidas como atividades cognitivas e discursivas através das quais o aluno está engajado na produção do conhecimento (ARAÚJO, 2008, p. 32).

Deste modo,

além dos métodos e práticas envolvidos no fazer ciência, as práticas epistêmicas incluiriam o desenvolvimento pelos alunos de uma compreensão da própria natureza do conhecimento científico, sendo assim capaz de fazer questionamentos e, também, de responder a eles (ARAÚJO, 2008, p. 32).

Segundo a autora, para aprender Ciências é necessário ser aprendiz das práticas discursivas, da construção e negociação de valores, da comunidade científica escolar, uma vez que essa aprendizagem inclui uma linguagem própria e critérios para avaliar conhecimentos e métodos (ARAÚJO, 2008).

Diante disso, compreendemos as práticas epistêmicas como práticas sociais em que uma comunidade, científica ou acadêmica, negocia e elabora valores próprios para atingir propósitos e expectativas comuns. Tais práticas são desenvolvidas por estudantes e cientistas para a construção do conhecimento por meio de atividades, sejam elas de investigação ou não. As práticas epistêmicas contribuem então para a produção de conhecimento e apropriação da linguagem científica.

Essas práticas, como mencionado anteriormente, podem ser observadas e realizadas por diferentes perspectivas, como: as ações que o professor desenvolve em sala de aula, as ações que os estudantes recorrem ao participar e elaborar uma atividade, as diferentes práticas discursivas que são criadas entre alunos e entre alunos e professores, na construção de relatórios provenientes da execução de atividades experimentais, da aplicação de atividades experimentais, no modo de escrita, dentre outras. Todas essas atividades, contribuem para a produção, comunicação e avaliação do conhecimento científico, que são próprias de cada comunidade.

Nesse viés, Araújo (2008) propõe em sua pesquisa, baseado nos referenciais teóricos de Jiménez-Aleixandre *et al.* (2008) e Silva (2008), um sistema que retrata as práticas epistêmicas de produção, comunicação e avaliação do conhecimento surgidas da discussão entre alunos durante a realização de atividades práticas de natureza não investigativa. Os problemas analisados pela autora foram propostos pela professora regente da turma e desenvolvidos pelos alunos com suas orientações. No Quadro 4 apresentamos o sistema de práticas epistêmicas sugerido pela pesquisadora.

Quadro 4 - Práticas epistêmicas e relações com o conhecimento proposta por Araújo (2008)

<b>Atividades sociais relacionadas ao conhecimento</b>	<b>Práticas epistêmicas</b>
<b>Produção do conhecimento</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Problematizando</li> <li>2. Elaborando hipóteses</li> <li>3. Planejando investigação</li> <li>4. Construindo dados</li> <li>5. Utilizando conceitos para interpretar dados</li> <li>6. Articulando conhecimento observacional e conceitual</li> <li>7. Lidando com situação anômala ou problemática</li> <li>8. Considerando diferentes fontes de dados</li> <li>9. Checando entendimento</li> <li>10. Concluindo</li> </ol>
<b>Comunicação do conhecimento</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Argumentando</li> <li>2. Narrando</li> <li>3. Descrevendo</li> <li>4. Explicando</li> <li>5. Classificando</li> <li>6. Exemplificando</li> <li>7. Definindo</li> <li>8. Generalizando</li> <li>9. Apresentando ideias (opiniões) próprias</li> <li>10. Negociando explicações</li> <li>11. Usando linguagem representacional</li> <li>12. Usando analogias e metáforas</li> </ol>
<b>Avaliação do conhecimento</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Complementando ideias</li> <li>2. Contrapondo ideias</li> <li>3. Criticando outras declarações</li> <li>4. Usando dados para avaliar teorias</li> <li>5. Avaliando a consistência dos dados</li> </ol>

Fonte: Araújo (2008).

Para Araújo (2008), na maioria das vezes, os alunos estão produzindo e comunicando o conhecimento simultaneamente. Porém, no seu trabalho as práticas epistêmicas de produção e comunicação do conhecimento estão separadas para poder dialogar com a literatura de práticas epistêmicas.

Nesse contexto, Araújo (2008, p. 84) considera que as práticas epistêmicas de produção do conhecimento “diz respeito a como as investigações e/ou questões são produzidas pelos alunos, do início do problema até sua finalização, com a conclusão”. A comunicação do conhecimento “diz respeito como a discussão é estabelecida pelo grupo e as operações de textualização que são efetuadas durante as discussões” (ARAÚJO, 2008, p. 87). As práticas de avaliação do conhecimento, “são as práticas que envolvem a avaliação do conhecimento, por expedientes que colocam em dúvida sua validade, estendem seu alcance, criticam e confrontam dados com as teorias” (ARAÚJO, 2008, p. 92).

A comunicação do conhecimento por meio de operações de textualização, segundo Araújo (2008, p. 36) “envolve produzir enunciados, tanto orais quanto escritos, que pertencem a diferentes gêneros de texto/discurso que circulam na sala de aula”. A autora se baseia na lista de textualização proposta por Bronckart (1999), e inclui: descrever, explicar, generalizar, definir, exemplificar, construir argumentos, construir narrativas, usar analogias e metáforas e calcular.

Como nosso objetivo é identificar quais são as práticas epistêmicas que podem ser desenvolvidas pelos alunos a partir de sugestões de atividades experimentais disponíveis nos LDs, adaptamos a proposta de Araújo (2008) e obtemos o seguinte Quadro (Quadro 5).

Quadro 5 - Práticas epistêmicas e relações com o conhecimento

Atividades sociais relacionadas ao conhecimento	Práticas epistêmicas	Descrição
<b>Produção do conhecimento</b>	1. Problematizando	A atividade permite a problematização pelo professor a partir de um problema já proposto; corresponde à motivação para o início da discussão
	2. Elaborando hipóteses	Corresponde às alternativas de respostas elaboradas para responder ao problema
	3. Planejando investigação	Traçar estratégias para a investigação do problema; exemplo: prática relacionada à definição de materiais e métodos para a elaboração de um roteiro experimental a fim de solucionar o problema proposto
	4. Construindo dados	Corresponde à construção, observação ou coleta de dados; exemplo: construção de gráficos, tabelas, representações, esquemas e observar o experimento
	5. Utilizando conceitos para interpretar dados	Quando a atividade permite ao estudante utilizar de algum conceito para justificar um dado obtido
	6. Considerando diferentes representações para explicar um dado	Quando a atividade permite ao estudante utilizar diferentes formas para explicar um mesmo dado; exemplo: uma tabela e um gráfico, texto escrito e gráfico
	7. Concluindo	Quando a atividade permite ao aluno finalizar o problema proposto

<b>Comunicação do conhecimento</b>	1. Descrevendo	O estudante fornece as características, configuração espacial de um evento ou objeto; exemplo: descrever o que foi observado durante a atividade experimental
	2. Explicando	O estudante recorre a algum tipo de mecanismo, observação ou modelo teórico para explicar um sistema, objeto ou fenômeno
	3. Classificando	O estudante utiliza de um sistema de descrição, na qual se define algumas classes, normalmente por regras de categorização clássica
	4. Exemplificando	A exemplificação pode comportar vários tipos de texto diferentes, mas apresentadas com o objetivo de exemplificar algo; exemplificação de um conceito
	5. Apresentando ideias (opiniões) próprias	Quando o aluno apresenta uma opinião pessoal, bem sinalizada
	6. Usando linguagem representacional	Quando é solicitado aos alunos a utilização de simbologia química ou matemática, linguagem representacional, para transpor suas observações
<b>Avaliação do conhecimento</b>	1. Usando dados para avaliar teorias	Utilizar de um conjunto de dados para avaliar os enunciados teóricos e hipóteses
	2. Avaliando a consistência dos dados	Verificar se os dados são coerentes com as teorias

Fonte: Adaptado de Araújo (2008).

No Quadro 5, observamos que as práticas epistêmicas de produção do conhecimento estão relacionadas a como os estudantes se organizam para resolver problemas, executar experimentos, coletar dados e utilizar de conceitos para explicar algum dado obtido. As práticas epistêmicas de comunicação do conhecimento compreendem a forma com que o estudante interpreta e comunica os dados e conclusões obtidas por meio da atividade. Essa prática epistêmica pode ser desenvolvida por meio de questionamentos realizados aos estudantes, sejam aqueles já presentes nas atividades experimentais dos LDs ou aqueles realizados pelo docente em sala de aula. Para as práticas epistêmicas, *Descrevendo e Explicando*, Araújo (2008) se baseia no referencial teórico de Mortimer e Scott (2003) e para a prática epistêmica, *Classificando*, a autora se baseia em Lakoff (1987). Por fim, as práticas epistêmicas de avaliação do conhecimento se relacionam a como os estudantes utilizam dos dados obtidos com a atividade para avaliar teorias e das teorias para avaliar os dados.

Acreditamos que compreender as práticas epistêmicas é fundamental para investigar como os estudantes produzem e se apropriam do conhecimento científico. Assim como, é importante averiguar de que modo essas práticas estão presentes nos LDs, uma ferramenta ainda muito utilizada pelos docentes. Dessa forma e seguindo Araújo (2008) defendemos que as práticas epistêmicas possam colaborar para o desenvolvimento da natureza do conhecimento científico e auxiliam os estudantes: a construir ou descobrir teorias, questionar ideias, avaliar o conhecimento, formular e avaliar hipóteses, relacionar teorias e comunicar o conhecimento.

#### 4.2 ABORDAGEM COMUNICATIVA PELA PERSPECTIVA DE MORTIMER E SCOTT (2002, 2003)

Nesta seção, apresentamos os conceitos de abordagem comunicativa pela perspectiva de Mortimer e Scott (2002, 2003) com o objetivo de identificar os diferentes discursos que os educadores podem empregar em sala de aula no contexto do desenvolvimento das atividades experimentais.

Em qualquer método ou estratégia utilizada em sala de aula, a interação entre alunos e professores deve ser vista como primordial. Assim, as práticas discursivas têm sido tema de interesse na área de Educação. Para Mortimer e Scott (2002, p. 284) “as interações discursivas são consideradas como constituintes do processo de

construção de significados”. Uma das ferramentas para analisar as interações e a produção de significados nas salas de aulas é proposta por Mortimer e Scott (2002, 2003).

A ferramenta elaborada por Mortimer e Scott (2002, 2003) foi fruto de um programa de pesquisa desenvolvido ao longo de vários anos (MORTIMER, 1998; SCOTT, 1998; MORTIMER, 2000). Por meio de uma série de estudos de casos realizados a partir de sequências de aulas de ciências aplicadas para estudantes entre doze e dezesseis anos, da Inglaterra e do Brasil, discutindo conceitos de difícil definição, como pressão do ar, energia e estrutura da matéria, os pesquisadores elaboraram uma estrutura de análise discursiva. A ferramenta foi arquitetada com base na teoria sociocultural e nas noções de enunciação e dialogia de Bakhtin. A ferramenta elaborada por Mortimer e Scott foi apresentada inicialmente no ano de 2002 no artigo “Atividade Discursiva Nas Salas de Aula de Ciências: Uma Ferramenta Sociocultural Para Analisar e Planejar o Ensino” e uma descrição mais detalhada do seu desenvolvimento foi apresentada em 2003 no livro “Meaning Making in secondary science classrooms” (SILVA, 2015; MORTIMER; SCOTT, 2002; 2003).

Nessa perspectiva, a ferramenta proposta por Mortimer e Scott (2002, 2003) permite que as estratégias enunciativas utilizadas pelos professores sejam identificadas e descritas baseadas em cinco aspectos que se inter-relacionam, são eles: as intenções do professor, o conteúdo, a abordagem comunicativa, os padrões de interação e as intervenções feitas pelo docente (Quadro 6).

Quadro 6 - Estrutura analítica para analisar as interações em sala de aula

<b>Aspectos da análise</b>	
I – Focos do ensino	1. Intenções do professor 2. Conteúdo
II - Abordagem	3. Abordagem comunicativa
III - Ação	4. Padrões de interação 5. Intervenções do professor

Fonte: Mortimer; Scott (2002).

Os aspectos da análise, conforme o Quadro 6, são divididos em: I - Focos do ensino, II - Abordagem e III - Ações. Em focos do ensino são avaliadas as intenções do professor e o conteúdo. Na abordagem comunicativa, é considerada a forma como o professor aborda o tema. E em ações são identificados os padrões de interação e

as intervenções do docente. Como nosso objetivo com esta pesquisa é investigar quais são as possíveis interações discursivas presentes nas atividades experimentais dos LDs, trabalhamos apenas com o aspecto da Abordagem.

Em uma pesquisa denominada “Possibilidades discursivas em atividades experimentais: um estudo dos roteiros investigativos”, publicada em 2021, realizamos uma análise detalhada dos roteiros de atividades experimentais investigativas contidos nos LDs de Química destinados ao Ensino Médio, aprovados pelo PNLD em 2018. O objetivo deste estudo foi avaliar as diversas potencialidades discursivas presentes nas atividades experimentais (REZENDE; SILVA, 2021).

Para isso investigamos o nível de abertura do roteiro e classificamos as perguntas. Concluímos que: (i) as iniciações de escolha e de produto podem ser classificadas por perguntas de menor interação verbal e baixa ordem cognitiva, logo proporcionam, em sala de aula, interações curtas; (ii) as iniciações do tipo processo e metaproceto, por exigirem dos alunos explicações e raciocínios mais completos, podem propiciar, em sala de aula, uma maior interação verbal e alta habilidade cognitiva para a resolução das questões, proporcionando interações longas; (iii) os roteiros de atividades experimentais com maiores níveis de abertura, conforme referencial de Priestley (1997 *apud* JIMÉNEZ VALVERDE; LLOBERA JIMÉNEZ; LLITJÓS VIZA, 2006), permitem aos docentes cadeias longas de interação, pois exigem dos estudantes a elaboração do procedimento experimental e oferecem um maior número de questões do tipo processo e metaproceto (REZENDE; SILVA, 2021). O interesse em continuar pesquisando sobre as possibilidades discursivas presentes nas atividades experimentais surgiu deste trabalho. Assim, nossa ideia com esta pesquisa de mestrado é relacionar os conceitos de práticas epistêmicas (produção, comunicação e avaliação do conhecimento), apresentados anteriormente, com os conceitos de abordagem comunicativa proposto por Mortimer e Scott (2002, 2003).

Conforme Mortimer e Scott (2002, p. 287)

o conceito de ‘abordagem comunicativa’ é central na estrutura analítica, fornecendo a perspectiva sobre como o professor trabalha as intenções e o conteúdo do ensino por meio das diferentes intervenções pedagógicas, que resultam em diferentes padrões de interação.

O conceito de abordagem comunicativa discutido pelos autores está apoiado na distinção entre discurso internamente persuasivo e discurso de autoridade proposto por Bakhtin e na noção de dualismo funcional do texto (SILVA, 2015).

O discurso internamente persuasivo é definido como aquele aberto às relações dialógicas, buscando a expansão dos significados. Já o discurso de autoridade, também denominado como monológico, é compreendido como aquele que se impõe sobre os demais, sem abertura para questionamentos e negociação de significados, apresentando características hierárquicas demarcadas (BAKHTIN, 1981 *apud* MAGALHÃES; NININ; LESSA, 2014). Segundo Macedo e Mortimer (2000) a noção de dualismo funcional do texto, para Wertsch (1991), está relacionada à distinção entre o discurso de autoridade e o discurso internamente persuasivo feita por Bakhtin. O discurso de autoridade pressupõe que os significados são fixos e não se modificam quando em contato com outras vozes. Por sua vez, o discurso internamente persuasivo permite a interanimação dialógica. Assim, o dualismo funcional considera que tanto o discurso de autoridade como o discurso internamente persuasivo estão presentes na maioria dos textos, porém, um ou outro discurso tende a predominar. O termo dialógico é utilizado pelos autores como uma oposição ao discurso de autoridade na caracterização das dimensões da abordagem comunicativa (MACEDO; MORTIMER, 2000).

Nesse sentido, Mortimer e Scott (2002, 2003) identificam quatro classes de abordagens comunicativas, que são definidas por meio da caracterização do discurso entre professores e alunos tendo em vista duas dimensões: discurso dialógico ou de autoridade, discurso interativo ou não interativo.

Quando o docente trabalha com seus alunos para desenvolver ideias e compreensão na sala de aula, sua abordagem pode ser caracterizada em dois extremos: “ou o professor ouve o que o aluno tem a dizer do ponto de vista do aluno ou o professor ouve o que o aluno tem a dizer apenas do ponto de vista científico” (MORTIMER; SCOTT, 2003, p. 33). Assim, na abordagem comunicativa dialógica, o docente avalia o que o estudante tem a dizer do ponto de vista do próprio estudante; mais de uma ‘voz’ é considerada, havendo uma interanimação de ideias (MORTIMER; SCOTT, 2002; 2003). Na abordagem comunicativa de autoridade o professor considera o que o estudante tem a dizer apenas do ponto de vista do discurso científico escolar, não há interanimação de ideias e apenas uma ‘voz’ é ouvida (MORTIMER; SCOTT, 2002; 2003). Para os autores, uma interação provavelmente

contém aspectos da abordagem comunicativa dialógica e da abordagem comunicativa de autoridade.

Em sua tese de doutorado, Silva (2015) destaca a possibilidade de interanimação de ideias na abordagem comunicativa de autoridade. A partir de uma análise de falas de um episódio, a pesquisadora identificou que houve uma tentativa da professora de construção de um consenso em torno das ideias apresentadas pelos estudantes. Esse fato só ocorreu porque a docente buscou obter um consenso e não simplesmente impor sua ideia (SILVA, 2015). Nesse viés, destacamos a importância de considerar o movimento realizado pelos alunos para a construção e comunicação do conhecimento, por meio da consideração dessas práticas podemos avaliar o conhecimento produzido por eles.

Para Mortimer e Scott (2002), uma sequência discursiva pode ser identificada como dialógica ou de autoridade mesmo sendo enunciada por um único indivíduo ou interativamente. Desse modo,

o que torna o discurso funcionalmente dialógico é o fato de que ele expressa mais de um ponto de vista – mais de uma ‘voz’ é ouvida e considerada – e não que ele esteja sendo produzido por um grupo de pessoas ou por um indivíduo solitário (MORTIMER; SCOTT, 2002, p. 287).

Esse aspecto relaciona-se à segunda dimensão da abordagem comunicativa, que distingue o discurso interativo do não interativo. O discurso interativo ocorre com a participação de mais de uma pessoa e o discurso não interativo ocorre com a participação de uma única pessoa. Como mostra o Quadro 7, essas duas dimensões podem ser combinadas para gerar quatro classes de abordagens comunicativas.

Quadro 7 - Classes de abordagem comunicativa

	<b>Interativo</b>	<b>Não interativo</b>
<b>Dialógico</b>	Interativo/dialógico	Não interativo/dialógico
<b>De autoridade</b>	Interativo/de autoridade	Não interativo/ de autoridade

Fonte: Mortimer; Scott (2002).

Em sala de aula, por exemplo, o professor que adota uma abordagem comunicativa do tipo Interativa/de autoridade, procura sempre avaliar os comentários dos estudantes, tornando os alunos menos participativos nas aulas. Já na abordagem Interativa/dialógica, o professor considera os diversos pontos de vista do estudante,

por mais que sejam errôneos, muitas vezes, a abordagem Interativa/dialógica ocorre quando o professor tenta obter a opinião dos alunos (MORTIMER; SCOTT, 2003).

A abordagem comunicativa Não interativa/de autoridade pode ser exemplificada por uma palestra formal, no qual, o palestrante expõe suas ideias e os participantes não interagem e não dialogam com o mesmo. Na abordagem Não interativa/dialógica o professor considera vários pontos de vista, mas não interage com os alunos. Essa abordagem pode ser exemplificada quando um professor faz uma declaração se dirigindo aos alunos ou a outros pontos de vista, mas, ao mesmo tempo, não exige interação com os estudantes (MORTIMER; SCOTT, 2003).

As quatro classes de abordagens comunicativas podem ser resumidas da seguinte forma, conforme Mortimer e Scott (2003, p. 39):

**Interativo/dialógico:** o professor e os alunos exploram ideias, gerando novos significados, colocando questões e ofertas genuínas, ouvir e trabalhar diferentes pontos de vista.

**Não interativo/dialógico:** o professor considera vários pontos de vista, expor, explorar e trabalhar as diferentes perspectivas.

**Interativo/autoritário:** o professor conduz os alunos através de uma sequência de perguntas e respostas com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico.

**Não interativo/autoritário:** o professor apresenta um ponto de vista específico.

Nesse contexto, a partir dos referenciais propostos pretendemos avaliar quais são as abordagens comunicativas, ou seja, as possibilidades discursivas entre professores e alunos que estão presentes nas atividades experimentais dos LDs de Química e Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Acreditamos que o tipo de abordagem comunicativa realizada pelo professor, em sala de aula, é fundamental para auxiliar os alunos na construção do conhecimento científico. E essa abordagem depende, principalmente, da postura adotada pelo professor no contexto escolar.

No próximo capítulo, discutimos os procedimentos metodológicos adotados nas diferentes etapas desta investigação.

## 5 TRAJETÓRIA METODOLÓGICA

Neste capítulo, apresentamos os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa. Inicialmente, definimos nossas questões e objetivos de pesquisa. Em seguida, abordamos a metodologia de análise documental empregada para a compreensão e categorização das atividades experimentais: a Análise Textual Discursiva (ATD). Na sequência, na seção 5.3, destacamos os capítulos das coleções de LDs, pertencentes ao PNLD de 2018 e ao PNLD de 2021, que apresentam o maior número de atividades experimentais. O processo de identificação das atividades experimentais, dos capítulos mencionados, antecedeu a aplicação da ATD. Por fim, na seção 5.4, identificamos as atividades experimentais que constituem nosso *corpus* de análise e apresentamos o processo de unitarização e categorização dessas atividades, realizadas por meio da ATD.

### 5.1 QUESTÕES DE PESQUISA

A importância das práticas experimentais é indiscutível no contexto do ensino de Ciências, pois desempenham um papel fundamental na assimilação de conceitos científicos (GIORDAN, 1999; ANDRADE; VIANA, 2017; GUIMARÃES, 2009; SUART, 2014). Essas atividades proporcionam aos estudantes a oportunidade de interagir diretamente com os fenômenos, manusear equipamentos, observar eventos e vivenciar práticas de produção de conhecimento de uma determinada comunidade.

Nesta investigação, almejamos compreender as práticas epistêmicas e as possibilidades discursivas presentes nas atividades experimentais pertencentes às coleções de LDs. Nesse sentido, reconhecemos que tais atividades se configuram como importantes ferramentas na criação de conexões entre a teoria científica e a prática. Essa ligação é construída por meio das diferentes abordagens comunicativas estabelecidas entre o docente e os discentes. Além disso, os LDs ainda são instrumentos importantes para os professores, se constituem como um dos principais recursos utilizados por eles para a preparação de aulas e uma das principais fontes de pesquisa e estudo dos discentes (SANTOS *et al.*, 2007). Diante disso, a principal questão que permeia esta pesquisa é: **Quais são as possibilidades discursivas e práticas epistêmicas presentes nas atividades experimentais dos Livros**

## **Didáticos de Química aprovados no PNLD de 2018 e dos Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD de 2021?**

Assim, para responder à questão central vamos desdobrá-la em outras que orientam nossa investigação, que são:

1 - Em cada coleção de Livros Didáticos investigados quais são as temáticas que apresentam o maior número de atividades experimentais?

2 - Há diferença nas possibilidades discursivas e práticas epistêmicas das atividades experimentais presentes nos Livros Didáticos de Química aprovados no PNLD 2018 e nos Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD de 2021?

3 - Como e quais são as práticas epistêmicas desenvolvidas nas atividades experimentais das coleções de Livros Didáticos de Química e Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovadas no PNLD de 2018 e no PNLD de 2021, respectivamente?

4 - As diferentes práticas epistêmicas podem indicar distintas possibilidades discursivas?

5 - Quais atividades experimentais podem favorecer aberturas e fechamentos discursivos na perspectiva das abordagens comunicativas de Mortimer e Scott (2002, 2003)?

Nesse contexto, esta pesquisa apresenta como objetivo geral investigar a presença das interações discursivas e das práticas epistêmicas nas atividades experimentais dos Livros Didáticos de Química aprovados no PNLD de 2018 e dos Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD de 2021. Podemos desdobrar o objetivo geral em cinco objetivos específicos, a saber:

1 - Identificar as temáticas que apresentam o maior número de atividades experimentais.

2 - Verificar se há diferença nas possibilidades discursivas das atividades experimentais presentes nos Livros Didáticos de Química do PNLD de 2018 em relação aos Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do PNLD de 2021.

3 - Identificar quais são as práticas epistêmicas desenvolvidas nas atividades experimentais das coleções de Livros Didáticos de Química e Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

4 - Verificar se as diferentes práticas epistêmicas podem indicar distintas possibilidades discursivas.

5 - Identificar quais atividades experimentais podem favorecer aberturas e fechamentos discursivos de acordo com as abordagens comunicativas de Mortimer e Scott (2002, 2003).

## 5.2 ANÁLISE DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: A ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA

Esta pesquisa adota uma perspectiva metodológica que se fundamenta na abordagem qualitativa. A pesquisa qualitativa trabalha com os significados dos dados e pode ser dividida em três etapas: fase exploratória, trabalho de campo e análise e tratamento do material empírico e documental (MYNAIO, 2007).

A fase exploratória consiste na produção do projeto de pesquisa, na definição do objeto de pesquisa, determinação dos referenciais teóricos e metodológicos, questões de pesquisa e procedimentos exploratórios. O trabalho de campo busca levar para a prática empírica a construção teórica desenvolvida anteriormente por meio da combinação de instrumentos de observações, levantamentos documentais ou outras modalidades de comunicação. A análise e tratamento do material empírico e documental compreende “o conjunto de procedimentos para valorizar, compreender, interpretar os dados empíricos, articulá-los com a teoria que fundamentou o projeto ou com outras leituras teóricas e interpretativas” (MYNAIO, 2007, p. 26 - 27).

A pesquisa qualitativa apresenta como características, conforme Bogdan e Biklen (1994): (i) a fonte direta de dados é o ambiente natural e o pesquisador é o principal instrumento de coleta, (ii) é descritiva, (iii) preocupa-se mais com o processo do que com os resultados, (iv) a análise de dados se dá de forma indutiva e (v) o significado é de fundamental importância nessa abordagem. Segundo Moraes e Galiazzi (2016), a pesquisa qualitativa tem se utilizado cada vez mais de análises textuais, partindo de textos já existentes ou produzindo o próprio material de análise. O objetivo desse tipo de pesquisa é interpretar os fenômenos que investiga por meio de uma análise rigorosa e criteriosa. A ATD constituída nesse movimento pretende compreender e/ou reconstruir os conhecimentos existentes sobre as temáticas investigadas.

Conforme Moraes e Galiazzi (2016, p. 13) a ATD “corresponde a uma metodologia de análise de informações de natureza qualitativa com a finalidade de produzir novas compreensões sobre fenômenos e discursos”. Dessa forma, a ATD é uma metodologia utilizada para a análise de dados, que consiste em três etapas cíclicas: unitarização do *corpus*, categorização e metatexto ou comunicação. O ciclo de análise possibilitado pela ATD pode ser compreendido como um processo auto-organizado, em que, ao final das etapas as compreensões do autor são emergidas (MORAES; GALIAZZI, 2016).

Inicialmente, para a delimitação do *corpus* de análise, contabilizamos o número de atividades experimentais pertencentes a cada capítulo das coleções de LDs de Química aprovados no PNLD de 2018 e das coleções de LDs de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD de 2021. Para os LDs aprovados no PNLD de 2021, contabilizamos os capítulos definidos no manual do professor como prioritários para a disciplina de Química. Posteriormente, para análise das atividades selecionadas utilizamos a ATD cujas etapas estão descritas abaixo.

Na primeira etapa, unitarização do *corpus*, ocorre a fragmentação do texto, *corpus* de análise, em unidades de análise que também podem ser denominadas de unidades de significado ou de sentido (MORAES; GALIAZZI, 2006). Para o processo de desmontagem dos textos é importante que o pesquisador saiba quais são as unidades de contexto, ou seja, os documentos que originaram as unidades de análise. Para esse fim, podemos utilizar códigos que indicam a origem de cada unidade (MORAES; GALIAZZI, 2006).

As unidades de significado correspondem “a elementos discriminantes de sentidos, significados importantes para a finalidade da pesquisa” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 71). O objetivo desta etapa é examinar os dados de pesquisa com detalhes, percebendo o sentido dos textos e seus pormenores. As unidades de significado são definidas de acordo com o objetivo de pesquisa, portanto, podem ser classificadas em categorias *a priori* ou emergentes (MORAES; GALIAZZI, 2016). Cada unidade constitui um elemento de significado proveniente da interpretação do pesquisador em relação a uma perspectiva teórica.

Nesse contexto, o *corpus* de análise, isto é, as atividades experimentais constituem um conjunto de significantes, no qual, “o pesquisador atribui a eles seus significados sobre seus conhecimentos e teorias. A emergência e comunicação desses novos sentidos e significados é o objetivo da análise” (MORAES, 2003, p. 193).

Moraes (2003) também destaca que o *corpus* é constituído por produções textuais que devem ser entendidas como produções linguísticas, referentes a determinado fenômeno e escritas em determinado tempo, são produtos que expressam discursos que podem ser lidos, descritos e interpretados.

Após a etapa de unitarização, fazemos a articulação entre as unidades semelhantes em um processo denominado de categorização. Nesse processo são geradas as categorias de análise (MORAES; GALIAZZI, 2006). Conforme Moraes (2003), a categorização consiste na comparação entre as unidades definidas no processo de unitarização, resultando na combinação das unidades de análise semelhantes em categorias que auxiliam a compreender como os elementos unitários (unidades de significado) podem ser reunidas para a formação de conjuntos mais complexos. Nessa etapa, diferentes níveis de categorias podem ser criadas, por exemplo, categoria inicial; intermediária e final, constituindo grupos mais abrangentes e em menor número. São as categorias que organizam os elementos para a construção do metatexto (MORAES, 2003).

Existem diferentes formas de se criar categorias, destacamos as categorias *a priori*, emergente e mistas. As categorias *a priori* são provenientes do método dedutivo e são criadas antes de se analisar o *corpus* de pesquisa, são originadas a partir do embasamento teórico do pesquisador. Enquanto, as categorias emergentes são oriundas do método indutivo e construídas baseada nas informações contidas no *corpus* de análise. Há também as categorias mistas que resultam da combinação entre os métodos indutivo e dedutivo (MORAES, 2003).

Dessa forma, a medida em que as categorias são definidas e ganham unidades de significado, iniciamos o processo de comunicação entre as mesmas, a construção do metatexto, ou seja, a elaboração dos resultados da pesquisa. Na comunicação ou metatexto, ocorre a criação de textos que são oriundos das unidades empíricas e teóricas de cada categoria de análise (MORAES; GALIAZZI, 2006). O metatexto é resultado de um processo intuitivo e auto-organizado cujo objetivo é apresentar a compreensão obtida, pelo pesquisador, por meio da combinação dos elementos construídos nos passos anteriores. Assim, o metatexto expressa os sentidos que foram elaborados a partir de um conjunto textual (MORAES, 2003). Para Moraes e Galiazzi (2016, p. 53 - 54) “os metatextos são constituídos de descrição e interpretação, representando o conjunto, um modo de teorização sobre os fenômenos investigados.”

### 5.3 O CAMINHO PERCORRIDO PARA A ESCOLHA DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Uma das questões específicas que permeiam esta pesquisa é: **Em cada coleção de Livros Didáticos investigados quais são as temáticas que apresentam o maior número de atividades experimentais?** Compreendemos que os capítulos com o maior número de atividades experimentais, de cada coleção de LDs, podem evidenciar quais são as características abordadas pelos autores na construção dessas atividades.

Dessa forma, nesta seção iniciamos o processo de investigação das coleções de LDs de Química, aprovadas no PNLD de 2018, e das coleções de LDs de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, aprovadas no PNLD de 2021, a fim de identificar as atividades experimentais que constituem o *corpus* de análise desta pesquisa. No Quadro 8, apresentamos as coleções que são objeto de estudo.

Quadro 8 - Identificação das coleções de Livros Didáticos aprovadas no PNLD de 2018 e no PNLD de 2021

	<b>Código de identificação</b>	<b>Nome da coleção</b>	<b>Editora</b>	<b>Código da coleção</b>
<b>PNLD 2018</b>	C1	Vivá Química	Positivo	0153P18123
	C2	Química	Scipione	0041P18123
	C3	Ser Protagonista	SM	0074P18123
	C4	Química - Ciscato, Pereira, Chemello e Proti	Moderna	0185P18123
	C5	Química	Ática	0020P18123
	C6	Química Cidadã	AJS	0206P18123
	C7	Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar	Scipione	0181P21203
	C8	Multiversos: Ciências da Natureza	FTD	0221P21203

<b>PNLD 2021</b>	C9	Conexões: Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Moderna	0199P21203
	C10	Diálogo: Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Moderna	0196P21203
	C11	Moderna plus: Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Moderna	0198P21203
	C12	Ciências da Natureza: Lopes & Rosso	Moderna	0194P21203
	C13	Ser protagonista: Ciências da Natureza e suas Tecnologias	SM	0201P21203

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Legenda: C = coleção, logo, C1= coleção 1.

No Quadro 8, observamos um total de treze coleções de LDs, sendo seis coleções aprovadas no PNLD de 2018 e sete coleções aprovadas no PNLD de 2021. Cada coleção do PNLD de 2018 é constituída por três LDs que abordam os conceitos da Química, totalizando dezoito livros. Enquanto as coleções do PNLD de 2021 são constituídas por seis LDs que abordam os conceitos da Química, Física e Biologia, totalizando quarenta e dois livros.

Após a identificação das coleções de LDs, iniciamos o processo de contagem das atividades experimentais pertencentes a cada capítulo das coleções de LDs aprovadas no PNLD de 2018 e no PNLD de 2021. Para a contagem dessas atividades, identificamos, inicialmente, as seções na qual os autores dos LDs indicam como seções que abordam atividades práticas, experimentos e/ou investigações (Quadro 9). Essa contagem, por capítulos e coleções, pode ser verificada no Apêndice A. Para os LDs aprovados no PNLD de 2021, contabilizamos os capítulos que estão definidos, no manual do professor, como prioritários para serem trabalhados pelo docente de Química.

Ao final desta contagem inicial e com as definições das seções, constatamos que os autores dos LDs possuem ampla compreensão de atividade experimental, considerando também atividades de pesquisa, modelos, elaboração de texto e raciocínio lógico. Desse modo, realizamos uma segunda contagem considerando como atividade experimental aquelas atividades que envolvem produtos e reagentes

químicos, contato físico dos estudantes com materiais diversos e atividades de observação, verificação ou investigação de fenômenos. Descartamos as atividades de pesquisa, elaboração de texto, raciocínio lógico e atividades com modelos (exemplo: formar compostos orgânicos com palitos e massa de modelar).

Quadro 9 - Identificação das seções utilizadas para contagem das atividades experimentais

	<b>Código da coleção</b>	<b>Nome da seção</b>	<b>Definição (citação direta)</b>
<b>PNLD 2018</b>	C1	Química: prática e reflexão	“Essa seção traz experimentos - com todas as orientações e recomendações de segurança necessárias -, além de questões que estimulam a reflexão.”
	C2	Investigação	“Esta seção propõe atividades (experimentais, de pesquisa, de elaboração de texto, de raciocínio lógico, entre outras) acompanhadas de questões que promovem o diálogo dos alunos com os fenômenos em foco.”
	C3	Atividade Experimental	“Experimentos, observações, construção de modelos, entre outras, são algumas das atividades que contribuem para entender como a ciência é feita.”
	C4	Atividade prática	“Propostas de atividades simples e investigativas que podem ser trabalhadas em sala de aula ou em casa. Apresentam normas de segurança e orientações específicas sobre descarte. Possuem dois tipos de questionamento: os que encaminham a interpretação dos resultados e os que auxiliam na conclusão da atividade.”
	C5	Experimento	“Experimentos investigativos que introduzem um assunto e desperta questionamento e a vontade de continuar aprendendo. Os experimentos são fáceis e acessíveis, norteados pela preocupação com a segurança e com o meio ambiente.”

	C6	Atividade Experimental	<p>“Nas Atividades Experimentais você se depara com uma série de experimentos investigativos. Muitos poderão ser feitos na própria sala de aula. Todos poderão ajudar o professor a conseguir os materiais necessários. Ao discutir os resultados, você aprenderá a usar tabelas e gráficos. Pense sempre sobre as conclusões que poderão ser extraídas de suas observações. Caso seja muito difícil realizar os experimentos, procure analisar os dados que fornecemos. Aprender a observar e explicar o que está ao seu redor ajudará você a entender melhor o mundo em que vivemos. Alertamos para que, ao realizar os experimentos, você siga rigorosamente as normas de segurança da última página do livro. Nunca tente fazer qualquer experimento sem a orientação e supervisão de seu professor. Lembre-se também de usar o mínimo possível de materiais para gerar poucos resíduos. Assim você estará contribuindo para a preservação do ambiente.”</p>
<b>PNLD 2021</b>	C7	Investigação	<p>“A seção Investigação tem o objetivo de promover, por meio de metodologias ativas, a compreensão dos fenômenos naturais que estão em foco na discussão. Propõe atividades que possibilitam a você engajar-se em práticas investigativas, como elaboração de perguntas científicas, proposição de hipóteses, análise de dados (primários ou secundários), uso de evidências e construção de conclusões.”</p>
	C8	Oficina científica	<p>“Seção que apresenta atividades práticas.”</p>
	C9	Atividade prática	<p>“Práticas, algumas de cunho investigativo, relacionadas não só à interpretação de resultados, mas ao planejamento de experimentos. Para isso, são apresentados</p>

			procedimentos e questões que, com a mediação do professor, orientam e problematizam o trabalho.”
	C10	Investigue	“Nessa seção, os estudantes são convidados a investigar fenômenos e propriedades por meio do desenvolvimento de atividades práticas investigativas. Assim, eles têm a oportunidade de levantar hipóteses, desenvolver procedimentos, manipular materiais, observar e analisar resultados e trocar ideias com os colegas, tornando-se agentes ativos no processo de aprendizagem.”
	C11	Atividade prática	“Atividades práticas que buscam abordar aspectos das Ciências da Natureza, como observação, investigação e formulação de hipóteses.”
	C12	Prática investigativa	“Propostas de atividades para você investigar situações, construir modelos, interpretar resultados e até planejar os próprios experimentos, considerando a segurança e o descarte ambientalmente correto dos resíduos.”
	C13	Práticas de Ciências	“Atividades práticas, experimentais e investigativas levam você a desenvolver as várias formas de investigação próprias da ciência.”

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Posteriormente a essa identificação, constatamos que os capítulos que tratam sobre a temática eletroquímica (pilhas, baterias, eletrólise, reações de oxirredução e corrosão) possuem o maior número de atividades experimentais na maioria das coleções analisadas (verificar Apêndice A). Na Tabela 2, identificamos o nome dos capítulos em que estão inseridas essas atividades e a quantidade de atividades pertencentes a esses capítulos.

Tabela 2 – Identificação dos capítulos em que estão inseridas as atividades experimentais sobre a temática eletroquímica

<b>Código da coleção</b>	<b>LD</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Número de atividades experimentais</b>	
<b>PNLD 2018</b>		Volume 1	Reações de oxirredução	1
		Volume 2	Pilhas e baterias	2
		Volume 2	Transformação química por ação da eletricidade e cálculos eletroquímicos	1
	<b>C2</b>	<b>Volume 2</b>	<b>Movimento de elétrons: uma introdução ao estudo da eletroquímica</b>	<b>7</b>
	C3	Volume 2	Número de oxidação e balanceamento de reações	1
			Oxidação em metais: produção de energia e corrosão	1
			Eletrólise: energia elétrica gerando transformações químicas	1
	C4	Volume 2	Funcionamento das pilhas e baterias e maneiras de evitar ou retardar a corrosão	1
	C5	Volume 2	Pilhas e baterias	1

			Eletrólise	1
	C6	Volume 3	Oxirredução e eletroquímica	2
	<b>C7</b>	<b>Materiais e energia: transformações e conservação</b>	<b>Armazenando energia elétrica</b>	<b>4</b>
<b>PNLD 2021</b>	C9	Energia e ambiente	Geradores de energia portáteis	2
	C10	Energia e sociedade: uma reflexão necessária	Eletroquímica	1
	C12	Energia e consumo sustentável	Oxirredução	1

Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Por meio da Tabela 2 conseguimos definir que a coleção C2 do PNLD de 2018 e a coleção C7 do PNLD de 2021 são as coleções que mais apresentam atividades experimentais sobre eletroquímica. A coleção C2 apresenta sete atividades pertencentes ao LD de volume 2 ao capítulo “Movimento de elétrons: uma introdução ao estudo da eletroquímica”. Já a coleção C7 apresenta quatro atividades pertencentes ao LD, Materiais e energia: transformações e conservação, ao capítulo “Armazenando energia elétrica”. As coleções C8, C11 e C13 do PNLD de 2021 não se enquadram no processo de seleção.

Nesse sentido, definimos como *corpus* de análise desta pesquisa as atividades experimentais pertencentes aos capítulos das coleções C2 e C7 que tratam sobre a temática eletroquímica. A decisão de selecionar os capítulos com o maior número de atividades experimentais se justifica por acreditarmos que esses capítulos sejam representativos e possam proporcionar uma análise aprofundada das atividades desse tema. Além disso, as duas coleções selecionadas são escritas por autores que participaram tanto da seleção do PNLD de 2018 quanto do PNLD de 2021, contribuindo para compreender se tais atividades sofreram modificações nos dois editais.

No capítulo 5, vamos iniciar a análise das atividades experimentais procurando compreender quais são as práticas epistêmicas presentes em cada atividade, seguindo o referencial de Araújo (2008), e quais são as interações discursivas que

elas permitem desenvolver em sala de aula pela perspectiva de Mortimer e Scott (2002, 2003).

#### 5.4 CORPUS DE ANÁLISE, UNITARIZAÇÃO E CATEGORIZAÇÃO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Nesta seção, procuramos identificar as atividades experimentais que serão analisadas, bem como o processo de unitarização e categorização dessas atividades. No Quadro 10, identificamos as atividades por meio de códigos para facilitar a utilização da ATD.

Quadro 10 - Identificação e codificação do *corpus* de análise

	<b>Código da atividade</b>	<b>Nome da atividade experimental</b>
<b>PNLD 2018</b>	AE1C2	Vitamina C como agente redutor: interação com iodo
	AE2C2	<b>Vitamina C como agente redutor: interação com permanganato de potássio</b>
	AE3C2	<b>Maçãs especiais</b>
	AE4C2	Compreendendo a tabela de potenciais de eletrodos-padrão de redução
	AE5C2	Investigando uma pilha comum
	AE6C2	Um exemplo de eletrólise
	AE7C2	<b>Investigação sobre a corrosão do ferro</b>
<b>PNLD 2021</b>	AE8C7	<b>Vitamina C como agente redutor: interação com iodo</b>
	AE9C7	<b>Compreendendo o quadro de potenciais de eletrodos-padrão de redução</b>
	AE10C7	<b>Explorando pilhas e baterias</b>
	AE11C7	<b>Um exemplo de eletrólise</b>

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Legenda: C2= coleção 2, AE1C2 = atividade experimental 1 pertencente a coleção C2.

A partir do Quadro 10, observamos que as atividades experimentais, AE1C2, AE4C2, AE5C2, AE6C2, AE8C7, AE9C7, AE10C7 e AE11C7, apresentam o mesmo título e são atividades semelhantes. Nesse sentido, utilizamos nesta pesquisa as atividades experimentais presentes na coleção C7 (AE8C7, AE9C7, AE10C7 e AE11C7) por serem atividades atualizadas da coleção C2. No capítulo seguinte vamos apresentar essas atividades e compará-las.

Após, a etapa de identificação do *corpus* de análise passamos para a etapa de unitarização e categorização das atividades experimentais (Quadro 11). Conforme abordado anteriormente, existem diferentes formas de se criar categorias de análise, são elas: *a priori*, emergentes e mistas. Nesta pesquisa, trabalhamos com as categorias *a priori*. Esse tipo de categoria é proveniente do método dedutivo e criada antes de se analisar o *corpus* de pesquisa (MORAES, 2003). Nessa etapa, diferentes níveis de categorias podem ser criadas, por exemplo, categoria inicial; intermediária e final, constituindo grupos mais abrangentes e em menor número. Assim, consideramos como categoria inicial as práticas epistêmicas e como categoria final as atividades sociais relacionadas ao conhecimento, isto é, as atividades de produção, comunicação e avaliação do conhecimento (MORAES, 2003; ARAÚJO, 2008).

Nesse sentido, vamos trabalhar com as categorias finais de produção do conhecimento, comunicação do conhecimento e avaliação do conhecimento, de acordo com o referencial teórico de Araújo (2008).

Para a unitarização das atividades experimentais consideramos os textos introdutórios que são apresentados anteriormente a atividade experimental, os procedimentos experimentais, os materiais necessários para a prática e as questões presentes ao final das atividades. Cada questão foi classificada em uma categoria final, por isso obtemos categorias que relacionam as práticas epistêmicas de produção e comunicação do conhecimento. Para auxiliar na etapa de categorização utilizamos como apoio o manual do professor disponível ao final das coleções de LDs.

Quadro 11 - Etapa de unitarização e categorização das atividades experimentais

<b>Código</b>	<b>Unitarização (citação direta)</b>	<b>Categoria inicial</b>	<b>Categoria final</b>
AE2C2	Anotem suas observações.	Construindo dados	<b>Produção do conhecimento</b>
AE3C2	Façam um registro de cada observação anotando todas as modificações sofridas pelo sistema.		
AE3C2	Registrem todas as suas observações sobre o prego isolado, o prego na maçã e a maçã.		
AE7C2	Registrem todas as observações no caderno.		
AE8C7	Anote suas observações no caderno.		
AE9C7	Reproduzam o quadro 8.2 no caderno e anote os resultados, utilizando um tracinho (–) para indicar que essa reação não ocorreu.		
AE10C7	Exponha as partes da pilha aberta e faça um desenho das seções que a compõem, observando rigorosamente as partes.		
AE10C7	Observe se a voltagem medida é diferente de zero.		
AE10C7	Anote o valor encontrado.		
AE11C7	Utilizando o papel indicador, verifiquem se a solução de KI é ácida, básica ou neutra (pH). Registrem o resultado no caderno.		
AE7C2	A corrosão do ferro ocasiona anualmente enormes prejuízos financeiros para a sociedade. Mas quais são os fatores responsáveis por essa perda e o que se pode fazer para reduzi-la?		
AE9C7	Será que há uma forma de prever se uma substância se comporta como redutora ou oxidante em relação a outra?		

AE7C2	Por que um prego pode permanecer muitos dias na prateleira de uma casa de ferragens sem enferrujar, ao passo que, quando colocado em água enferruja rapidamente?	Elaborando hipóteses	<b>Produção do conhecimento</b>
AE7C2	De que maneira uma camada de zinco sobre o ferro (galvanizado) o protege da corrosão?		
AE8C7	Compare as cores dos sistemas finais (com vitamina C e com suco de limão) com as do sistema inicial (béquer 1). A que vocês atribuem esse resultado?		
AE7C2	A que vocês atribuem o aparecimento de uma cor rosa em algumas regiões do prego?	Concluindo	
AE7C2	Consultem a tabela de potenciais de eletrodos-padrão de redução e sugiram outro metal que possa ser utilizado na proteção da corrosão do ferro.		
AE10C7	Coloque esse segundo “sanduíche” sobre o primeiro, de modo que a moeda de cobre fique em contato direto com o disco de zinco do “sanduíche” inferior. Meça novamente a voltagem, mas agora encostando uma ponta de prova na moeda de cobre do “sanduíche” inferior e a outra no disco de zinco do “sanduíche” superior. O que aconteceu com a voltagem medida? O que você espera que aconteça caso coloquemos um terceiro “sanduíche metálico” na pilha?	Construindo dados e Elaborando hipóteses	
AE10C7	Quantas pilhas iguais às que você construiu no experimento seriam necessárias para acender um LED vermelho que funciona sob a tensão de 1,8V ou fazer funcionar uma calculadora digital que utiliza uma pilha AA?	Considerando diferentes representações para explicar um dado	

AE2C2	Tendo em vista as variações das cores no fenômeno que vocês observaram e as informações do início desta atividade, descrevam o que ocorreu em cada caso, especificando todos os acontecimentos.	Descrevendo	<b>Comunicação do conhecimento</b>
AE2C2	Quais são as evidências de que durante o experimento o Mn foi reduzido?		
AE10C7	Substitua o papel de filtro molhado por uma rodela de limão ou fatia fina de batata sobre a moeda de cobre. Pepinos em conserva também funcionam muito bem e já têm o tamanho apropriado. Sobre o limão, a batata ou o pepino, coloque um disco de zinco. Ligue o multímetro e ajuste-o para medir a voltagem em corrente contínua (DC). Coloque uma ponta de teste na moeda de cobre e a outra no disco de zinco. O que você observa?		
AE2C2	Lembrando do que foi estudado no capítulo de ligações químicas, que tipo de substância é o $\text{KMnO}_4$ ?	Classificando	
AE8C7	Lembrando do que foi estudado no capítulo de ligações químicas, que tipo de substância é o $\text{I}_2$ ?		
AE9C7	Que metal reagiu com todos os outros íons metálicos? Considerando que todas as reações deste experimento são de oxirredução, esse metal é capaz de oxidar ou de reduzir todos os íons?		
AE9C7	Qual dos íons em solução reagiu com todos os outros metais? Considerando que todas as reações deste experimento são de oxirredução, esse íon é capaz de oxidar ou de reduzir todos os metais?		
AE10C7	Com base nas informações do tópico “Os constituintes da pilha comum”, identifique todas as partes do desenho que você fez.		

AE10C7	Na Atividade 2, sobre os potenciais-padrão de redução, vimos que alguns metais se oxidam mais facilmente do que outros. Utilize o quadro de potenciais de eletrodos-padrão para determinar, entre o zinco e o cobre, qual deles se oxida mais facilmente.		
AE11C7	Listem as espécies iônicas presentes na solução antes de o processo de eletrólise ser iniciado.		
AE2C2	Identifiquem o nox do Mn na substância KMnO.		
AE7C2	Consultem a tabela de potenciais de eletrodos-padrão, na coluna Potencial de redução, e destaquem a semirreação que pode ocorrer com a água e que justifique sua resposta no item 32.		
AE7C2	O íon ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) reage com ferricianeto de potássio ( $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ) formando um precipitado de coloração azul. Consultando novamente a tabela de potenciais de eletrodos-padrão de redução, escrevam a semirreação que representa o que ocorre com o prego.		
AE8C7	Escreva a equação que representa a transformação do iodo ( $\text{I}_2$ ) em iodeto ( $\text{I}^-$ ) e indique os nox do iodo nas espécies reagente e produto.	Usando linguagem representacional	<b>Comunicação do conhecimento</b>
AE9C7	Escrevam no caderno as equações de todas as reações que ocorreram no experimento.		
AE9C7	Escrevam, agora, apenas as reações de redução que ocorreram, por exemplo: $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}_{(\text{s})}$ Usando os dados obtidos, coloque essas reações em ordem, do oxidante mais “potente” para o menos “potente”. Lembrem-se de que qualquer espécie que é oxidante se reduz na reação de oxirredução.		

AE9C7	<p>Registrem, agora, apenas as reações de oxidação que ocorreram, por exemplo:</p> $\text{Mg}_{(s)} \rightarrow \text{Mg}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$ <p>Usando os dados obtidos, coloque essas reações em ordem, do redutor mais “potente” para o menos “potente”. Lembrem-se de que qualquer espécie redutora se oxida na reação.</p>	Usando linguagem representacional	<b>Comunicação do conhecimento</b>
AE10C7	Para o metal selecionado na questão anterior, escreva a equação da semirreação de oxidação desse metal.		
AE10C7	Consulte o quadro de potenciais eletrodos-padrão e localize o valor do potencial de oxidação do metal que está sendo oxidado nessa pilha.		
AE10C7	Combine as semirreações de oxidação e de redução e escreva a equação da reação global da pilha.		
AE11C7	Consultando o quadro 8.1 de potenciais de eletrodos-padrão, sugiram as possíveis reações de oxirredução que envolvem os íons presentes inicialmente.		
AE11C7	Considerando os resultados obtidos após a eletrólise (veja o 6º item, acima), escrevam as equações que representam os processos que ocorreram nos eletrodos positivo e negativo.		
AE11C7	Verifiquem o número de elétrons envolvidos em cada equação e ajustem o coeficiente das espécies para balancear as cargas e as massas em cada equação.		
AE11C7	Escrevam a equação que representa o processo completo da eletrólise do iodeto de potássio (KI), somando as equações obtidas para os processos de redução e de oxidação.		

AE7C2	Em função do que vocês já elaboraram sobre os fenômenos de oxidação e redução que ocorrem no prego, determinem que tipo de fenômeno (oxidação ou redução) ocorreu nas regiões do prego (que ficaram mais evidentes) e as semirreações correspondentes.	Classificando e Usando linguagem representacional	<b>Comunicação do conhecimento</b>
AE2C2	Na reação entre $\text{KMnO}_4$ e vitamina C, qual é o agente redutor e qual é o agente oxidante? Justifiquem sua resposta.	Classificando e Explicando	
AE8C7	Na reação entre $\text{I}_2$ e vitamina C, qual é o agente redutor e qual é o agente oxidante? Justifique sua resposta.		
AE8C	Considere, agora, o sistema final da reação do iodo com a vitamina C. Suponha que adicionemos, a esse sistema, solução de hipoclorito de sódio. Considerando que a reação que ocorre é combinação desses processos, escreva a equação que representa a reação entre o iodeto e o hipoclorito, somando as equações obtidas nos itens 3 e 4. Qual é a evidência de que ocorreu essa reação?	Usando linguagem representacional e Explicando	
AE3C2	Comparem os processos que ocorreram com as maçãs na parte A e na parte B desta atividade e respondam se eles são semelhantes.	Descrevendo e Explicando	
AE7C2	O que vocês observaram em relação às reações na cabeça, na ponta e na região encurvada, em comparação com o resto do prego? Expliquem isso em função do tratamento mecânico do prego durante sua manufatura.		

AE7C2	Considerando o que vocês observaram na placa 2 e as semirreações de oxidação dos metais ferro, zinco e cobre, sugiram uma possível explicação para as diferenças que ocorreram na oxidação dos pregos.	Explicando	<b>Comunicação do conhecimento</b>
AE8C7	Considerando as observações feitas no experimento, explique por que a vitamina C é utilizada como agente antioxidante em diversos produtos.		
AE8C7	Explique por que o nox do iodo na forma de $I_2$ é zero.		
AE8C7	Explique por que o nox do iodo na forma de $I^-$ é -1.		
AE3C2	Escrevam um texto a partir das observações feitas, tendo em vista o que vocês já aprenderam neste capítulo.	Avaliando a consistência dos dados	<b>Avaliação do conhecimento</b>
AE11C7	Observem o processo e anotem no caderno as modificações que forem evidentes para os dois eletrodos. Descrevam o aspecto das soluções de KI antes da eletrólise, do eletrodo positivo e do eletrodo negativo, relacionando-o com o pH da solução.	Construindo dados e Descrevendo	<b>Produção e Comunicação do conhecimento</b>
AE10C7	Inverta as pontas de prova, colocando a vermelha (positiva) no zinco e a preta (negativa) no cobre. O que acontece com o valor medido? Quando medimos a voltagem colocando a ponta de prova vermelha no polo positivo da pilha, o sinal obtido será positivo. Identifique qual é o polo positivo da pilha.	Construindo dados e Classificando	

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

No capítulo seguinte, apresentamos os principais resultados (metatextos) obtidos a partir da análise das atividades experimentais se baseando no referencial teórico de práticas epistêmicas proposto por Araújo (2008) e abordagem comunicativa de Mortimer e Scott (2002, 2003).

## 6 CONSTRUÇÃO DOS METATEXTOS E RESULTADOS DA PESQUISA

Neste capítulo, destacamos os principais resultados obtidos nesta investigação. Na primeira seção, problematizamos as definições de atividade experimental proposta pelos autores dos LDs. Na segunda, apresentamos os capítulos no qual estão inseridas as atividades experimentais que constituem o *corpus* de análise desta pesquisa. Isto é, descrevemos o capítulo “Movimento de elétrons: uma introdução ao estudo da eletroquímica” da coleção C2 e o capítulo “Armazenando energia elétrica” da coleção C7.

Na seção 6.3, mostramos os resultados da pesquisa, ou seja, construímos os metatextos a partir das etapas de unitarização e categorização da ATD. O movimento de aprofundamento das análises envolveu estabelecer relações entre as práticas epistêmicas e as abordagens comunicativas se baseando no referencial teórico de Araújo (2008) e Mortimer e Scott (2002, 2003). Na seção 6.4, analisamos se há diferença entre as práticas epistêmicas e possibilidades discursivas presentes nas atividades experimentais do PNLD de 2018 e do PNLD de 2021 e identificamos quais atividades podem favorecer aberturas e fechamentos discursivos na perspectiva das abordagens comunicativas de Mortimer e Scott (2002, 2003).

### 6.1 PROBLEMATIZANDO A DEFINIÇÃO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROPOSTA PELOS AUTORES DOS LIVROS DIDÁTICOS

Ao realizar a contagem das atividades experimentais presentes em cada coleção de LDs aprovados pelo PNLD de 2018 e pelo PNLD de 2021, constatamos que os autores dessas coleções apresentam uma ampla compreensão do conceito de atividade experimental. Isso inclui não apenas atividades práticas envolvendo produtos e reagentes químicos, mas também atividades de pesquisa, modelos, elaboração de texto e raciocínio lógico.

Embora, consideramos atividades experimentais aquelas em que os estudantes estão em contato direto com reagentes e materiais comuns a um laboratório da área de Ciências ou materiais alternativos diversos. Reconhecemos a importância das outras atividades mencionadas para o processo de construção de significados em sala de aula. Essa diversidade de abordagens enriquece o processo de ensino e aprendizagem, proporcionando aos estudantes uma formação mais

completa e integrada, capaz de estimular diversas habilidades e competências essenciais para a compreensão profunda dos conteúdos de Química.

Observamos, no Quadro 9, apresentado no capítulo 4, a definição dada as seções que contém atividades experimentais proposta pelos autores dos LDs. Algumas das definições encontradas, foram:

- (i) “Esta seção propõe atividades (experimentais, de pesquisa, de elaboração de texto, de raciocínio lógico, entre outras) acompanhadas de questões que promovem o diálogo dos alunos com os fenômenos em foco” (MORTIMER; MACHADO, 2016, p. 5).
- (ii) “Experimentos investigativos que introduzem um assunto e desperta questionamento e a vontade de continuar aprendendo. Os experimentos são fáceis e acessíveis, norteados pela preocupação com a segurança e com o meio ambiente” (REIS, 2016, p. 4).
- (iii) “A seção Investigação tem o objetivo de promover, por meio de metodologias ativas, a compreensão dos fenômenos naturais que estão em foco na discussão. Propõe atividades que possibilitam a você engajar-se em práticas investigativas, como elaboração de perguntas científicas, proposição de hipóteses, análise de dados (primários ou secundários), uso de evidências e construção de conclusões” (MORTIMER *et al.*, 2020, p. 4).
- (iv) “Propostas de atividades para você investigar situações, construir modelos, interpretar resultados e até planejar os próprios experimentos, considerando a segurança e o descarte ambientalmente correto dos resíduos” (LOPES; ROSSO, 2020, p. 5).

Alguns questionamentos podem ser realizados quando analisamos as definições propostas pelos autores: A definição da seção corresponde ao que de fato é apresentado nos LDs? As atividades experimentais propostas seguem uma perspectiva investigativa, conforme abordado pela maioria dos autores? As questões ao final das atividades levam os estudantes a analisarem e interpretarem os dados ou apenas a anotar o que foi observado? As atividades permitem uma problematização pelo professor e elaboração de hipóteses pelos alunos? O que os autores dos LDs compreendem de fato como atividade experimental? Esses e outros questionamentos podem se tornar um desdobramento desta pesquisa, tendo em vista, a importância de se compreender as atividades presentes nessas obras didáticas e verificar se as

definições condizem com o apresentado ou apenas cumprem um papel para serem aprovadas nos editais do PNLD.

As coleções C1, C4, C5 e C6, pertencentes ao PNLD de 2018, apresentam na definição dessas seções, que as atividades propostas trazem orientações e recomendações de segurança necessárias para a realização das atividades práticas. A coleção C12 também descreve que as atividades levam em consideração a segurança e o descarte correto de resíduos. Tal preocupação pode ser encontrada nos critérios eliminatórios do edital do PNLD de 2018, ou seja, as obras didáticas devem:

j. apresentar experimentos adequados à realidade escolar, previamente testados e com periculosidade controlada, ressaltando a necessidade de alertas acerca dos cuidados específicos necessários para cada procedimento, indicando o modo correto para o descarte dos resíduos produzidos em cada experimento (BRASIL, 2015, p. 57).

Os autores relatam nas atividades a presença de questões que estimulam a reflexão (C1), promovem o diálogo dos alunos com os fenômenos em foco (C2) e conduzem a interpretação de resultados ou auxiliam na conclusão das atividades (C4). Além disso, algumas obras declaram que as seções apresentam atividades investigativas (C5, C6, C10) enquanto outras relatam atividades simples e investigativas (C4) ou apenas a presença de experimentos (C1, C2, C3).

Já as coleções aprovadas pelo PNLD de 2021 relatam na definição da seção de atividades experimentais, a presença de atividades que levam os estudantes a investigarem sobre algum fenômeno (C7, C10, C11, C12, C13) e planejarem experimentos (C9). Para alguns autores, as atividades da seção permitem: a elaboração de perguntas (C7), a proposição de hipóteses (C7, C10, C11) e a análise e interpretação de resultados (C7, C10, C12).

De modo geral, o edital do PNLD de 2021 (BRASIL, 2018), prevê que as obras destinadas à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias devem valorizar a prática científica e a tomada de decisão cientificamente informada, com foco no desenvolvimento de processos de investigação. Isto é, as obras devem estimular as práticas e atividades investigativas.

Nessa perspectiva, diversas pesquisas realizadas na área de Ensino de Ciências, que buscam compreender as atividades experimentais presentes nos LDs relatam que apesar dos avanços quanto a abordagem de atividades investigativas

ainda há um número elevado de atividades experimentais que exigem dos estudantes apenas a montagem de instrumentos, as observações/coletas de dados e a apresentação de conclusões (MORI, 2009; VIDRIK, 2016; FERREIRA, 2018). Em uma pesquisa realizada anteriormente, constatamos quanto aos LDs aprovados no PNLD de 2018, que a maioria dos experimentos ofertados nas obras didáticas ainda são tradicionais e buscam a comprovação de teorias, com observações dirigidas e questionamentos sempre ao final da prática (SILVA; REZENDE, 2020).

Essas pesquisas destacam a importância contínua de revisar e atualizar as atividades experimentais nos LDs, buscando uma abordagem mais investigativa que incentive a participação ativa dos estudantes. Além disso, essa abordagem deve promover o desenvolvimento de habilidades científicas e estimular a construção do conhecimento de forma mais autônoma e crítica. Isso significa romper com a ideia de formar "minicientistas" e priorizar uma educação científica que valorize a investigação, a reflexão e o pensamento crítico.

É importante ressaltar que para este trabalho, compreendemos que as atividades experimentais são aquelas atividades em que os estudantes, de algum modo, estão em contato com reagentes e materiais (vidrarias) comuns a um laboratório da área de Ciências ou materiais alternativos diversos para realizar atividades de observação, verificação ou investigação. Logo, descartamos as atividades de pesquisa, elaboração de texto, raciocínio lógico e atividades com modelos (exemplo: formar compostos orgânicos com palitos e massa de modelar) que também foram encontradas nas seções destinadas às atividades práticas propostas pelas coleções.

## 6.2 CONTEXTUALIZANDO O *CORPUS* DE ANÁLISE DESTA PESQUISA

Apresentamos nesta seção, de modo descritivo, os capítulos em que estão inseridas as atividades experimentais que constituem o *corpus* de análise desta pesquisa. Na seção 6.2.1, apresentamos o capítulo "Movimento de elétrons: uma introdução ao estudo da eletroquímica" pertencente ao volume 2 da coleção C2 aprovada no PNLD de 2018. Na seção 6.2.2, descrevemos o capítulo "Armazenando energia elétrica" pertencente ao LD, Materiais e energia: transformações e conservação, da coleção C7 aprovada no PNLD de 2021. Por fim, na seção 6.2.3, vamos comparar os capítulos que tratam sobre a temática eletroquímica presentes na

coleção C2 e C7. Dessa forma, a nossa intenção é apresentar de forma descritiva os capítulos nos quais estão inseridas as atividades experimentais que compõem o *corpus* de análise da pesquisa para a compreensão das atividades de uma forma mais ampla.

### **6.2.1 O capítulo “Movimento de elétrons: uma introdução ao estudo da eletroquímica”**

O capítulo “Movimento de elétrons: uma introdução ao estudo da eletroquímica” pertence à coleção C2 aprovada no edital do PNLD de 2018. Nesse capítulo, encontramos oito atividades pertencentes à seção “Investigação”, sendo sete consideradas como atividades experimentais. O capítulo pertence ao volume 2 da coleção, de autoria de Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado e foi publicizado pela editora Scipione.

Conforme o Quadro 10, disponível no capítulo 4, as atividades pertencentes a essa coleção que constituem o *corpus* de análise desta pesquisa, são as atividades experimentais: AE2C2, AE3C2, AE7C2. Logo, apresentamos, além da imagem da atividade experimental, a imagem dos textos introdutórios dessas atividades, pois também identificamos unidades de significados em alguns desses textos.

O capítulo inicia com um pequeno texto introdutório explicando o que será estudado no decorrer do mesmo. Para Mortimer e Machado (2016, p. 192) as atividades experimentais e os textos propostos no decorrer do capítulo apresentam como “objetivo ilustrar vários aspectos dessas transformações químicas e bioquímicas, que envolvem a modificação do número de elétrons nos átomos das substâncias participantes”.

Os autores iniciam o conteúdo com um texto explicando sobre as reações de oxirredução com exemplos do cotidiano. Em seguida, é apresentada a primeira atividade experimental da seção “Investigação”, intitulada de: “Vitamina C como agente redutor - interação com iodo” (Figura 1).

Figura 1 – Atividade Experimental 1 pertencente a coleção C2

**INVESTIGAÇÃO**

**MATERIAL**

Solução alcoólica de iodo [farmacêutica], um comprimido de vitamina C não efervescente, um limão de tamanho médio, três béqueres de 100 mL (ou copos transparentes), um conta-gotas, uma faca.

**TENHA CUIDADO!**  
Cuidado ao manusear a faca, pois ela pode causar ferimentos.

**Figura 5.5**  
Materiais necessários para a realização do experimento.



**O QUE FAZER**

>1º Coloquem água até a metade dos três béqueres (ou copos).

>2º Com o auxílio do conta-gotas, transfiram cerca de 10 gotas da solução alcoólica de iodo para cada um dos béqueres. Numerem-nos de 1 a 3 e mantenham o béquer 1 como referência.



**Figura 5.6**  
Vocês devem colocar gotas de iodo na água.

>3º Coloquem, no béquer 2, meio comprimido de vitamina C. Comparem com a cor do béquer 1. Anotem o que foi observado em relação à interação da vitamina C com a solução de iodo.

>4º Acrescentem gotas de suco de limão ao béquer 3. Comparem com a cor do béquer 1. Anotem suas observações no caderno.



**Figura 5.7**  
Observem a interação da vitamina C com a solução de iodo.

**REFLEXÃO EM GRUPO**

1) Comparem as cores dos sistemas finais (com vitamina C e com suco de limão). A que vocês atribuem esse resultado?

Após a atividade experimental, são apresentados os conceitos de substâncias oxidantes e redutoras e cálculo do número de oxidação com exemplos. Logo em seguida, os autores apresentam seis questões da seção “Reflexão” (Figura 2), nas quais, quatro questões retornam à atividade experimental indicada na Figura 1.

Figura 2 – Questões referentes à AE1C2 presentes na seção “Reflexão”

**REFLEXÃO**

2) Na atividade de *Investigação* das páginas 195 e 196, a vitamina C promoveu um descolorimento da solução de iodo ( $I_2$ ). Nesse caso, a vitamina C foi oxidada e o iodo foi reduzido. Quando está na forma de  $I_2$ , o nox do iodo é zero. Ao ser reduzido, transformando-se em  $I^-$  (iodeto), o nox do iodo passa para  $-1$ .



**Figura 5.9**  
Interação da vitamina C com a solução de iodo.

© Editora do Vale, todos os direitos reservados

a) Lembrando do que foi estudado no capítulo de ligações químicas, que tipo de substância é o  $I_2$ ?

b) Explique por que o nox do iodo na forma de  $I_2$  é zero.

c) Explique por que o nox do iodo na forma de  $I^-$  é  $-1$ .

3) Na reação entre  $I_2$  e vitamina C, qual é o agente redutor e qual é o agente oxidante? Justifique sua resposta.

4) Escreva a equação que representa a transformação do iodo ( $I_2$ ) em iodeto ( $I^-$ ) e indique os nox do iodo nas espécies reagente e produto.

5) Existe uma substância, o hipoclorito de sódio ( $NaClO$ ), que, em solução aquosa, é muito utilizada para limpeza em geral e clareamento de roupas e como bactericida. Comercialmente, é conhecida como água sanitária. O hipoclorito, que em solução aquosa fica sob a forma de  $ClO^-$ , é um agente oxidante. Quando interage com redutores, essa espécie se transforma em cloreto ( $Cl^-$ ) e, em presença de água, o oxigênio se reagrupa como  $OH^-$ . Escreva a equação da transformação do hipoclorito em cloreto e indique os nox das espécies de cloro nos produtos e reagentes. O cloro foi oxidado ou reduzido?

6) Considere, agora, o sistema final da reação do iodo com a vitamina C. Suponha que adicionemos, a esse sistema, solução de hipoclorito de sódio. Considerando que a reação que ocorre é a combinação desses processos, escreva a equação que representa a reação entre o iodeto e o hipoclorito, somando as equações obtidas nos itens 4 e 5. Qual é a evidência de que ocorreu essa reação?

7) Nesse texto comentamos que as propriedades redox de substâncias são propriedades relacionais. Isso significa que uma substância não é oxidante ou redutora em si, mas em relação à substância com a qual interage. Esse tipo de propriedade relacional não é exclusivo das espécies redox. Também nas reações ácido-base podemos afirmar que uma espécie não é ácida em si, mas em relação a outra espécie.

a) Pesquise um exemplo de uma substância que possa atuar como oxidante em uma reação química e como redutora em outra reação. Indique as fontes utilizadas na pesquisa.

b) Pesquise um exemplo de substância que possa atuar como ácido em uma reação química e como base em outra reação. Indique as fontes utilizadas na pesquisa.

Fonte: Mortimer; Machado (2016, p. 200).

Em continuidade, são apresentadas algumas informações sobre os halogênios (grupo do iodo), utilizado anteriormente na atividade experimental, regras de nomenclatura de sais e ácidos mais comuns e três exercícios.

Posteriormente, é desenvolvida a segunda atividade experimental, intitulada de “Vitamina C como agente redutor - interação com permanganato de potássio” (Figuras 3 e 4).

Figura 3 – Texto introdutório da AE2C2

### VITAMINA C COMO AGENTE REDUTOR – INTERAÇÃO COM PERMANGANATO DE POTÁSSIO



Seção: Química Inorgânica da UFPA

O permanganato de potássio, de fórmula  $\text{KMnO}_4$ , é um sal sólido muito solúvel em água.

Seu uso farmacológico é como agente bactericida, recomendado para tratamento de feridas na pele – por exemplo, as que aparecem em consequência da catapora –, através de banhos com soluções bem diluídas. Pode ser encontrado em pequenos comprimidos em farmácias de bairro ou em farmácias de manipulação. Por sua ação oxidante, mancha facilmente a pele ao reagir com proteínas da epiderme. A cor da solução desse sal é violeta, mais ou menos intensa, conforme a concentração da solução. O íon permanganato  $\text{MnO}_4^-$ , no qual o manganês se apresenta como  $\text{Mn}^{7+}$ , é o responsável por essa cor. Assim como outros elementos de transição, o manganês forma sais coloridos.

O  $\text{Mn}^{7+}$  pode ser reduzido com facilidade a  $\text{Mn}^{2+}$  (sais rosados quase incolores), passando por  $\text{Mn}^{6+}$  (sais verdes) e  $\text{Mn}^{4+}$  (sais marrom-escuros). A espécie formada em consequência do processo de redução depende da acidez do meio de reação.

Na atividade a seguir, acompanharemos as mudanças de tonalidade de uma solução de permanganato de potássio, à medida que provocamos a redução do Mn (VII).

**Figura 5.13**  
Cristal de permanganato de potássio.

Fonte: Mortimer; Machado (2016, p. 204).

Figura 4 – Atividade Experimental 2 pertencente a coleção C2

## INVESTIGAÇÃO

### MATERIAL

Permanganato de potássio, um limão, um comprimido de vitamina C, três béqueres de 100 mL, uma faca (para cortar o limão).

**TENHA CUIDADO!**  
Cuidado ao manusear a faca, pois ela pode causar ferimentos.



Figura 5.15  
Materiais necessários para realizar a atividade.

### O QUE FAZER

>1<sup>o</sup> Preparem 200 mL (cerca de um copo) de solução de permanganato de potássio bastante diluída. Para isso, utilizem alguns grãos desse sal (se vocês dispuserem dele em grãos) ou 1/6 de um comprimido. Dividam a solução em três béqueres (números de 1 a 3) para que um deles contenha a solução original para ser usada como uma referência de cor (béquero 1). Anotem suas observações.

>2<sup>o</sup> Lentamente, acrescentem gotas de suco de limão ao béquero 2 e anotem suas observações.

>3<sup>o</sup> No béquero 3, acrescentem meio comprimido de vitamina C e anotem suas observações.

	Sistema inicial	Operação
a)	solução de permanganato (béquero 1)	(a ser usado como padrão de cor)
b)	solução de permanganato (béquero 2)	adição de suco de limão
c)	solução de permanganato (béquero 3)	adição de vitamina C

### REFLEXÃO

8) Tendo em vista as variações das cores no fenômeno que vocês observaram e as informações do início desta atividade, descrevam o que ocorreu em cada caso, especificando todos os acontecimentos.

9) No experimento realizado, a vitamina C promoveu o descolorimento da solução de permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ). Nesse caso, a vitamina C foi oxidada e o átomo de manganês do  $\text{KMnO}_4$  foi reduzido. Na substância  $\text{KMnO}_4$ , o nox do átomo de manganês é +7, e na solução incolor obtida ao final do experimento, após sua redução, o nox do átomo de manganês é +2.

- Lembrando do que foi estudado no capítulo de ligações químicas, que tipo de substância é o  $\text{KMnO}_4$ ?
- Identifiquem o nox do Mn na substância  $\text{KMnO}_4$ .
- Quais são as evidências de que durante o experimento o Mn foi reduzido?
- Na reação entre  $\text{KMnO}_4$  e vitamina C, qual é o agente redutor e qual é o agente oxidante? Justifiquem sua resposta.

**ATENÇÃO!**  
Não escreva no livro.

**Quadro 5.4**  
Anotem suas observações para cada uma das situações mostradas no quadro.

Fonte: Mortimer; Machado (2016, p. 205).

Após a apresentação da atividade, os autores tratam sobre alguns aspectos históricos e estruturais da vitamina C. Em seguida, é trabalhada uma nova atividade experimental denominada de “Maçãs especiais” (Figuras 5, 6 e 7). Essa atividade, diferente das demais, é dividida em duas partes: a parte A (Figura 6) busca compreender as evidências de transformações na maçã e a parte B (Figura 7), as interações que podem existir entre um prego e uma maçã.

Figura 5 – Texto introdutório da AE3C2

## MAÇÃS ESPECIAIS

As pessoas fazem uso das frutas em sua alimentação de maneira bem variada. Você, por exemplo, gosta de suco de laranja? Você o toma logo após preparar, ou o deixa guardado na geladeira para bebê-lo mais tarde? Quase ninguém guarda bananas descascadas, mas é comum guardar abacaxi já sem casca na geladeira. Há muitas diferenças na constituição das frutas, mas não é preciso mais do que nossa própria experiência ao consumi-las para saber como melhor aproveitá-las. Depois da atividade a seguir, esperamos estabelecer critérios adequados para decidir como guardar uma maçã depois de partida. Além disso, acreditamos que você tomará iniciativas para fazer outras experiências relacionadas à conservação de alimentos.

Fonte: Mortimer; Machado (2016, p. 207).

Figura 6 – Atividade Experimental 3 pertencente a coleção C2 - parte A

### INVESTIGAÇÃO

#### PARTE A – Evidências de transformações na maçã

#### MATERIAL

Uma maçã, um limão, açúcar (uma colher de sopa), três pires, uma faca.

**TENHA CUIDADO!**  
Cuidado ao manusear a faca, pois ela pode causar ferimentos.



**Figura 5.19**  
Materiais necessários para a atividade.

#### O QUE FAZER

- >1º Cortem a maçã em fatias.
- >2º Escolham três fatias que apresentem uma superfície grande da polpa e disponham-nas, uma a uma, nos três pires.
- >3º Coloquem suco de limão sobre uma das fatias, cobrindo toda a sua superfície.
- >4º Da mesma forma, espalhem açúcar sobre outra fatia.
- >5º Deixem a terceira fatia exposta ao ar, sem qualquer proteção.
- >6º Mantenham esse conjunto em local protegido, para que não seja manipulado por ninguém.
- >7º Anotem a hora em que tudo foi preparado e passem a fazer observações de 4 em 4 horas, ou quando puderem, até o dia seguinte. Façam um registro de cada observação anotando todas as modificações sofridas pelo sistema.

Fonte: Mortimer; Machado (2016, p. 207).

Figura 7 – Atividade Experimental 3 pertencente a coleção C2 - parte B

**PARTE B – INTERAÇÕES ENTRE PREGOS E MAÇÃ**

**MATERIAL**

Dois pregos (ou pedaços de ferro) de aproximadamente 8 cm, detergente, uma maçã inteira.

**O QUE FAZER**

- >8º Lavem bem os pregos com detergente para eliminar a gordura que pode estar aderida à sua superfície.
- >9º Deixem um dos pregos exposto ao ar.
- >10º O outro prego deve ser fincado em uma maçã inteira. Deixem esse sistema (prego + maçã) por dois dias em um local protegido, para que não seja manipulado por ninguém.
- >11º Ao final desse tempo, cortem a maçã para observar o aspecto interno dela e do prego.
- >12º Registrem todas as suas observações sobre o prego isolado, o prego na maçã e a maçã.

**REFLEXÃO**

- 10) Comparem os processos que ocorreram com as maçãs na parte A e na parte B desta atividade e respondam se eles são semelhantes.
- 11) Escrevam um texto a partir das observações feitas, tendo em vista o que vocês já aprenderam neste capítulo.

Fonte: Mortimer; Machado (2016, p. 208).

Em seguida, os autores apresentam um texto sobre as maçãs e suas propriedades como forma de concluir a prática realizada. Após o texto, é apresentada uma nova atividade experimental, intitulada de “Compreendendo a tabela de potenciais de eletrodos-padrão de redução” (Figuras 8 e 9).

Figura 8 – Atividade Experimental 4 pertencente a coleção C2

INVESTIGAÇÃO

TENHA CUIDADO!

Evite o contato das soluções com a pele. Se isso ocorrer, lave com água em abundância.

MATERIAL

Placas de magnésio (Mg), zinco (Zn) e cobre (Cu); soluções 1 mol/L de: cloreto de magnésio (MgCl<sub>2</sub>), sulfato de zinco (ZnSO<sub>4</sub>), sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>), três béqueres de 100 mL e três conta-gotas.

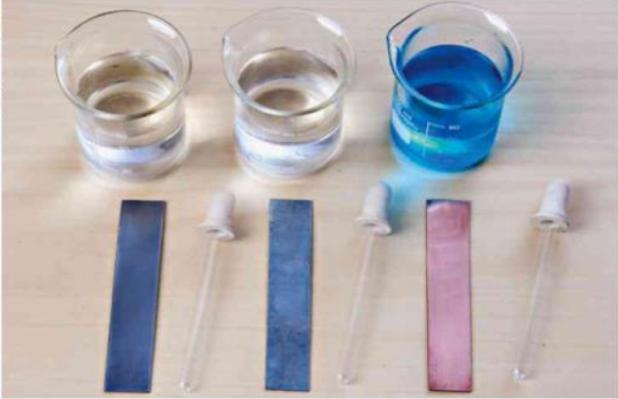


Figura 5.23

Materiais a serem utilizados na atividade.

Foto: Dário Z. Araújo de Azeite

O QUE FAZER

>1ª Coloquem a placa de magnésio sobre uma folha de papel e escrevam na folha, paralelamente ao lado mais comprido da placa, o símbolo dos íons Mg<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup> e Cu<sup>2+</sup>, deixando algum espaço entre dois símbolos consecutivos. Observem a figura 5.24.

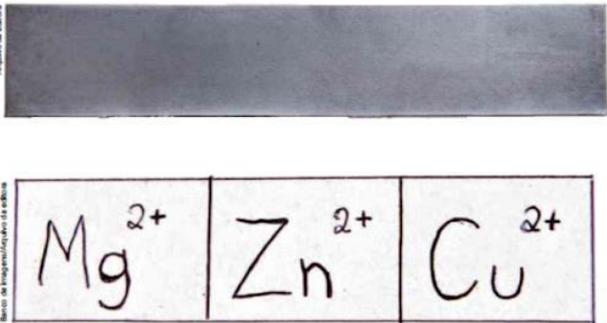


Figura 5.24

Placa de magnésio sobre folha de papel.

Foto: Dário Z. Araújo de Azeite

>2ª Usando um conta-gotas diferente para cada solução, coloquem duas gotas de cada solução sobre a placa de metal, no lugar próximo àquele onde vocês escreveram o símbolo correspondente ao íon presente na solução. Reproduzam o quadro 5.5 no caderno e anotem os resultados, usando o sinal "+" para indicar que houve alguma reação entre a solução e a placa de metal, e o sinal "-" para indicar que essa reação não ocorreu.

Íon ⇒	Mg <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>
Metal ↓			
Mg	////////////////////	////////////////////	////////////////////
Zn	////////////////////	////////////////////	////////////////////
Cu	////////////////////	////////////////////	////////////////////

Quadro 5.5

Observações realizadas no experimento.

Foto: Dário Z. Araújo de Azeite

>3ª Repitam os procedimentos indicados no 1º e no 2º item para as placas de zinco e cobre.

Fonte: Mortimer; Machado (2016, p. 210 - 211).

Figura 9 – Continuação da Atividade Experimental 4 pertencente a coleção C2

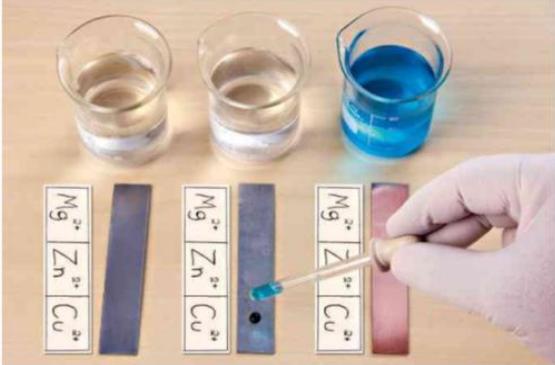
**REFLEXÃO**

12) Que metal reagiu com todos os outros íons metálicos? Considerando que todas as reações neste experimento são de oxirredução, esse metal é capaz de oxidar ou de reduzir todos os íons?

13) Qual dos íons em solução reagiu com todos os outros metais? Considerando que todas as reações neste experimento são de oxirredução, esse íon é capaz de oxidar ou de reduzir todos os metais?

**ATENÇÃO!**  
Não escreva no livro.

14) Escrevam no caderno as equações de todas as reações que ocorreram no experimento.



**Figura 5.25**  
Duas soluções reagem com cada placa metálica?

15) Escrevam, agora, apenas as reações de redução que ocorreram, por exemplo:

$$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$$

Usando os dados obtidos, coloquem essas reações em ordem, do oxidante mais "potente" para o menos "potente". Lembrem-se de que qualquer espécie que é oxidante se reduz na reação de oxirredução.

16) Escrevam, agora, apenas as reações de oxidação que ocorreram, por exemplo:

$$\text{Mg}(\text{s}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$$

Usando os dados obtidos, coloquem essas reações em ordem, do redutor mais "potente" para o menos "potente". Lembrem-se de que qualquer espécie que é redutora se oxida na reação.

Fonte: Mortimer; Machado (2016, p. 211 - 212).

Posteriormente à apresentação da atividade experimental, os autores do LD abordam um pequeno texto sobre os potenciais-padrão de redução, fazendo menção à prática realizada anteriormente. Em seguida, são abordados alguns exercícios de vestibulares.

Dando continuidade ao conteúdo, Mortimer e Machado (2016) apresentam os conceitos de células eletroquímicas, pilhas e baterias, abordando a pilha de Daniell, seu funcionamento e os fenômenos que levam a produção de energia, seguido de algumas questões da seção "Reflexão".

Finalizado a parte que trata de pilhas e baterias, os autores abordam como se dá o procedimento para o cálculo da diferença de potencial, trazendo novamente uma atividade da seção "Investigação" (Figura 10).

Figura 10 – Atividade da seção “Investigação” pertencente a coleção C2: “Um procedimento para o cálculo da diferença de potencial”

**INVESTIGAÇÃO**

**O QUE FAZER**

>1<sup>o</sup> No caderno, escrevam a semirreação que representa o que ocorre no eletrodo de zinco.

>2<sup>o</sup> Agora, escrevam a semirreação que representa o que ocorre no eletrodo de cobre.

>3<sup>o</sup> Por fim, escrevam a equação total somando as semirreações.  
Ao escrever a equação total balanceada para a pilha de Daniell, vocês podem observar que a quantidade de átomos, a quantidade de cargas e o número de elétrons são conservados.  
Como comentamos no texto “Pilha de Daniell”, na página 217, a diferença de potencial para essa pilha é de 1,1 V. Mas como esse valor é obtido?

>4<sup>o</sup> Verifiquem na **Tabela de potenciais de eletrodos-padrão**, na coluna Potencial de **redução**, o valor para o potencial da semirreação que ocorre no catodo (processo de redução).

>5<sup>o</sup> Verifiquem também na **Tabela de potenciais de eletrodos-padrão**, na coluna Potencial de **oxidação**, o valor para o potencial da semirreação que ocorre no anodo (processo de oxidação).

>6<sup>o</sup> Para obter o valor da força eletromotriz ( $\Delta E$ ), façam o cálculo da diferença entre o potencial de redução do catodo e o potencial de redução do anodo.

Essa diferença entre os potenciais encontrada no 6<sup>o</sup> item da atividade de *Investigação* acima é chamada de **força eletromotriz (*fem*)**. A medida da *fem* é feita com um voltímetro e corresponde ao valor calculado, desde que a pilha se encontre na condição-padrão. Esse procedimento pode ser utilizado também para o cálculo da força eletromotriz de outras pilhas.

Fonte: Mortimer; Machado (2016, p. 222).

Destacamos que embora a atividade da Figura 10 conste na seção de “Investigação”, ela não foi considerada como atividade experimental nesta pesquisa. Lembrando que para este estudo consideramos como atividade experimental as atividades em que os estudantes estão em contato com materiais diversos e/ou vidrarias comuns a um laboratório de Ciências para realizar atividades de investigação, observação ou verificação.

Em seguida, são apresentados pelos autores do LD o balanceamento de equações químicas que envolvem oxidação e redução (reações redox), precedido de um exercício. Posteriormente, é trabalhado um texto de investigação sobre uma pilha comum, seguida de uma atividade prática de abertura e identificação dos componentes de uma pilha (Figura 11).

Figura 11 – Atividade Experimental 5 pertencente a coleção C2

## INVESTIGAÇÃO

---

### MATERIAL

Pilhas não alcalinas novas e usadas, jornal, alicates com ponta de corte, luvas grossas de borracha.

### O QUE FAZER

- >1º Preparem, em uma mesa ou equivalente, um espaço forrado de jornal.
- >2º Observem o corpo da pilha. Ele tem a forma de um cilindro com uma das bases chatas. Fica mais fácil começar a abrir a pilha pela sua parte oposta, que apresenta uma protuberância. Tentem, com a ponta do alicate, levantar a bainha da capa metálica que contorna a pilha. Nesse momento a habilidade é mais importante do que a força.
- >3º Exponham as partes da pilha aberta e façam um desenho das seções que a compõem, observando rigorosamente as partes. Com base nas informações do texto a seguir, "Os constituintes da pilha comum", identifiquem todas as partes do desenho que fizeram.
- >4º Terminada a operação, recolham separadamente as partes da pilha, colocando-as em recipientes específicos. Cada material deve ter um encaminhamento. Perguntem ao professor como fazê-lo.

Fonte: Mortimer; Machado (2016, p. 225).

Após a atividade prática os autores apresentam um texto sobre os constituintes da pilha comum e a reação global da pilha alcalina, seguido de uma atividade da seção "Projeto".

Caminhando para o final do capítulo, Mortimer e Machado (2016) apresentam um pequeno texto sobre a eletrólise, seguida de uma atividade experimental cujo objetivo é investigar a eletrólise de uma solução aquosa de iodeto de potássio e identificar os produtos formados nos eletrodos (Figura 12). Em seguida, os autores apresentam um texto denominado de "Considerações finais" sobre a atividade experimental.

Figura 12 – Atividade Experimental 6 pertencente a coleção C2

### INVESTIGAÇÃO

Nesta atividade, vocês vão investigar a eletrólise de uma solução aquosa de iodeto de potássio (KI) e depois identificar os produtos formados nos eletrodos.

#### MATERIAL

Um béquer de 250 mL, dois eletrodos de grafita, uma fonte de corrente contínua (ou uma bateria de 9 V) e fios para conexão, solução de iodeto de potássio (KI) 0,5 mol/L, papel indicador universal, fenolftaleína, um conta-gotas.

#### O QUE FAZER

- >1<sup>o</sup> Montem o dispositivo para a eletrólise utilizando o béquer. Usem, como modelo, o esquema para célula eletroquímica, apresentado na figura 5.45.
- >2<sup>o</sup> Utilizando o papel indicador, verifiquem se a solução de KI é ácida, básica ou neutra (pH). Registrem o resultado no caderno.
- >3<sup>o</sup> Enchem o béquer até chegar a 2 cm das bordas com a solução de KI e adicionem 10 gotas de fenolftaleína.
- >4<sup>o</sup> Coloquem os dois eletrodos de grafita no béquer, de modo que fiquem diametralmente opostos, ou seja, em lados opostos.
- >5<sup>o</sup> Seguindo as orientações do professor, façam as ligações e deixem a eletrólise se processar durante aproximadamente 15 minutos. Consultem o professor para realizar as ligações.
- >6<sup>o</sup> Observem o processo e anotem no caderno as modificações que forem evidentes para os dois eletrodos. Descrevam o aspecto das soluções de KI antes da eletrólise, do eletrodo positivo e do eletrodo negativo, relacionando com o pH da solução.



**Figura 5.46**  
Alguns materiais necessários para a atividade. A fonte pode ser substituída por uma bateria de 9 V.

### REFLEXÃO EM GRUPO

- 26) Listem as espécies iônicas presentes na solução antes de o processo de eletrólise ser iniciado.
- 27) Consultando a **Tabela de potenciais de eletrodos-padrão**, no final do livro, sugiram as possíveis reações de oxirredução que envolvem os íons presentes inicialmente.
- 28) Considerando os resultados obtidos após a eletrólise (veja o 6<sup>o</sup> item, acima), escrevam as equações que representem os processos que ocorreram nos eletrodos positivo e negativo.
- 29) Verifiquem o número de elétrons envolvidos em cada equação e ajustem o coeficiente das espécies para balancear as cargas e as massas em cada equação.
- 30) Escrevam a equação que representa o processo completo da eletrólise do iodeto de potássio (KI), somando as equações obtidas para os processos de redução e de oxidação.

Fonte: Mortimer; Machado (2016, p. 228 - 229).

Para finalizar o capítulo, Mortimer e Machado (2016) abordam alguns exemplos que envolvem o processo de eletrólise para a obtenção de materiais por meio de um texto informativo. Posteriormente, os autores trazem um texto sobre as vantagens e riscos do alumínio, seguido pela última atividade experimental do capítulo. A atividade tem como objetivo investigar a corrosão do ferro (Figuras 13, 14 e 15).

Figura 13 – Texto introdutório da AE7C2

## INVESTIGAÇÃO SOBRE A CORROSÃO DO FERRO

A corrosão do ferro ocasiona anualmente enormes prejuízos financeiros para a sociedade. Mas quais são os fatores responsáveis por essa perda e o que se pode fazer para reduzi-la?

“Corrosão” é um termo genérico aplicado aos processos pelos quais os metais são transformados em óxidos ou outros compostos. Isso provoca a deterioração gradativa dos metais. Embora mecanismos associados à corrosão do ferro não estejam ainda completamente esclarecidos, é certo que envolvem oxidação por meio de agentes oxidantes. Na atividade a seguir, investigaremos alguns fatores envolvidos na corrosão e tentaremos correlacioná-los por meio de algumas generalizações.

Fonte: Mortimer; Machado (2016, p. 235).

Figura 14 – Atividade Experimental 7 pertencente a coleção C2

### INVESTIGAÇÃO

#### MATERIAL

Duas placas de Petri, quatro pregos de ferro grandes bem limpos, fita de zinco de aproximadamente 10 cm, arame de cobre descascado de 10 cm, dois alicates, uma caixa de gelatina incolor em folhas ou em pó, um conta-gotas, ferricianeto de potássio ( $K_3[Fe(CN)_6]$ ) 0,1 mol/L e fenolftaleína 0,1%.



#### O QUE FAZER

>1<sup>o</sup> Preparo da gelatina: preparem a gelatina como indicado na embalagem, porém usando uma quantidade um pouco menor de água, para que ela fique mais consistente.

>2<sup>o</sup> Preparo das placas de Petri: coloquem a gelatina preparada nas placas de Petri. Acrescentem à gelatina cerca de dez gotas da solução de ferricianeto de potássio e 20 gotas da solução de fenolftaleína [figura 5.58]. Misturem muito bem.

**Figura 5.58**  
Acrescentem 10 gotas da solução de ferricianeto de potássio na primeira placa de Petri e 20 gotas da solução de fenolftaleína na segunda.



>3<sup>o</sup> Enquanto a solução estiver esfriando, preparem os pregos limpos e polidos para a atividade. Primeiro, entorte um dos pregos, como mostra a figura 5.59.

**Figura 5.59**  
Os pés devem entortar um dos pregos utilizando um alicate.



>4<sup>o</sup> Agora, enrolem um dos pregos com o fio de cobre e o outro, com a tira de zinco. Utilizem um alicate para enrolar a fita de zinco e o fio de cobre, tendo o cuidado de mantê-los em contato bem justo aos pregos [figura 5.60].

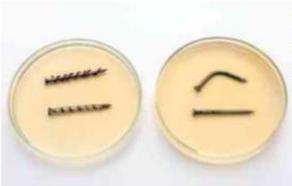
Fonte: Mortimer; Machado (2016, p. 235 - 236).

Figura 15 – Continuação da Atividade Experimental 7 pertencente a coleção C2

**Figura 5.60**  
Enrolem um dos pregos com o fio de cobre e o outro com a tira de zinco.



**Figura 5.61**  
Observe como colocar os pregos nas placas de Petri.



>5ª Após preparados, os pregos devem ser colocados nas placas de Petri: o prego reto e o prego torto em uma delas, e o prego com cobre e o prego com zinco na outra placa (figura 5.61).

>6ª Quando a solução de gelatina estiver morna, mas ainda fluida, derramem-na cuidadosamente nas placas de Petri até que os pregos fiquem completamente cobertos.

>7ª Façam observações das duas placas (placa 1: com o prego reto e o torto; placa 2: com os pregos enrolados pelo cobre e pelo zinco) no início da experiência, depois de 30 minutos e no dia seguinte. Registrem todas as observações no caderno.

## REFLEXÃO

### EM RELAÇÃO À PLACA 1

- 31] O que vocês observaram em relação às reações na cabeça, na ponta e na região encurvada, em comparação com o resto do prego? Expliquem isso em função do tratamento mecânico do prego durante sua manufatura.
- 32] A que vocês atribuem o aparecimento de uma cor rosa em algumas regiões do prego?
- 33] Consultem a **Tabela de potenciais de eletrodos-padrão**, na coluna Potencial de redução, e destaquem a semirreação que pode ocorrer com a água e que justifique sua resposta no item 32.
- 34] O íon ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) reage com ferricianeto de potássio ( $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ) formando um precipitado de coloração azul. Consultando novamente a Tabela de potenciais de eletrodos-padrão de redução, escrevam a semirreação que representa o que ocorre com o prego.
- 35] Em função do que vocês já elaboraram sobre os fenômenos de oxidação e redução que ocorrem no prego, determinem que tipo de fenômeno (oxidação ou redução) ocorreu nas regiões do prego (que ficaram mais evidentes) e as semirreações correspondentes.
- 36] Por que um prego pode permanecer muitos dias na prateleira de uma casa de ferragens sem enferrujar, ao passo que, quando colocado em água, enferruja rapidamente?

### EM RELAÇÃO À PLACA 2

- 37] Considerando o que vocês observaram na placa 2 e as semirreações de oxidação dos metais ferro, zinco e cobre, sugiram uma possível explicação para as diferenças que ocorreram na oxidação dos pregos.
- 38] De que maneira uma camada de zinco sobre o ferro (galvanizado) o protege da corrosão?
- 39] Consultem a **Tabela de potenciais de eletrodos-padrão** de redução e sugiram outro metal que possa ser utilizado na proteção da corrosão do ferro.

Fonte: Mortimer; Machado (2016, p. 236 - 237).

Posteriormente a apresentação da atividade experimental é abordado um pequeno texto de conclusão, seguido de uma questão da seção “Reflexão” que solicita aos alunos a montagem de dois procedimentos experimentais (Figura 16). Embora essa atividade esteja presente na seção de “Reflexão”, ela pode proporcionar em sala

de aula o desenvolvimento da prática epistêmica “Planejamento investigação”, pois solicita aos estudantes a definição de materiais e métodos para a elaboração de um roteiro experimental a fim de solucionar o problema proposto pelo LD (ARAÚJO, 2008).

Figura 16 – Questão em que os autores da coleção C2 solicitam aos alunos a montagem de dois procedimentos experimentais

**REFLEXÃO**

40] A reação de oxidação do ferro, que se passa em processos normais de enferrujamento, é complexa e normalmente envolve o oxigênio do ar e a água. Podemos considerar que uma das possibilidades é representada pela equação:

$$4 \text{Fe (s)} + 3 \text{O}_2 \text{(g)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \times \text{H}_2\text{O (s)}$$

Discuta com seu grupo e proponham dois procedimentos experimentais para provar que essa reação não ocorre:

- a) na ausência de oxigênio;
- b) na ausência de água.

Fonte: Mortimer; Machado (2016, p. 238).

Em seguida, os autores apresentam uma série de questões de vestibulares como forma de finalizar o capítulo.

Observamos no decorrer da apresentação do capítulo que Mortimer e Machado (2016), trabalham com textos explicativos sobre os conceitos da Química, um número significativo de atividades experimentais e questões de vestibulares. Há uma preocupação por parte dos autores em abordarem uma atividade experimental sempre que introduzem um conceito diferente. Essa atividade é apresentada, na maioria das vezes, ao início da seção, e em seguida, os conceitos são trabalhados, em alguns casos os autores retornam às atividades, como exemplificado pela Figura 2.

Detectamos também, que anteriormente à apresentação da atividade da seção “Investigação”, os autores apresentam um pequeno texto que relata sobre o que será abordado. As questões disponíveis ao final das atividades experimentais estão presentes na seção “Reflexão” ou “Reflexão em grupo”. A seção “Reflexão”, segundo Mortimer e Machado (2016), aborda questões relacionadas ao que foi abordado ao longo do texto principal ou na seção “Investigação”, com a proposta de ajudar o aluno a compreender o conteúdo ou utilizar dos conceitos abordados. Na seção de

“Reflexão em grupo” são propostas questões a serem respondidas em duplas ou em grupos.

## 6.2.2 O capítulo “Armazenando energia elétrica”

O capítulo “Armazenando energia elétrica” pertence à coleção C7 aprovada no edital do PNLD de 2021. Nesse capítulo, encontramos cinco atividades pertencentes à seção também denominada de “Investigação”, sendo quatro consideradas como atividades experimentais. O capítulo pertence ao LD intitulado de “Materiais e energia: transformações e conservação”, de autoria de: Eduardo Mortimer, Andréa Horta, Alfredo Mateus, Arjuna Panzera, Esdras Garcia, Marcos Pimenta, Danusa Munford, Luiz Franco e Santer Matos. A coleção também foi publicizada pela editora Scipione.

O capítulo inicia com um pequeno texto introdutório explicando o que será estudado no decorrer do mesmo. Segundo Mortimer *et al.* (2020, p. 135), no capítulo serão estudadas “as transformações químicas que envolvem a transferência de elétrons entre as espécies reagentes, ou seja, analisaremos como a energia, na forma de energia elétrica, se transforma nas reações químicas”.

Os autores introduzem o conteúdo com um texto explicando sobre as reações de oxirredução com exemplos do cotidiano. Em seguida, é apresentada a primeira atividade experimental da seção “Investigação”, intitulada de: “Vitamina C como agente redutor - interação com iodo” (Figuras 17 e 18).

Figura 17 – Texto introdutório da AE8C7

**ATIVIDADE 1**

### Vitamina C como agente redutor: interação com iodo

A vitamina C está presente em vários alimentos e até em produtos cosméticos, em virtude de sua importante característica antioxidante. Mas o que isso significa?

A substância iodo ( $I_2$ ) é sólida à temperatura ambiente, mas, em solução alcoólica, é muito usada como agente germicida. Átomos do elemento iodo (I) podem ser encontrados em muitos compostos e apresentar-se em vários estados de oxidação.

O limão, e outras frutas cítricas, é muito rico em vitamina C. Estudaremos, nesta atividade, a ação do ácido ascórbico, que é a própria vitamina C, sobre o iodo. A

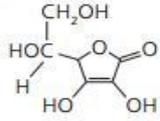
fórmula molecular da vitamina C é  $C_6H_8O_6$  e sua fórmula estrutural está representada na **figura 8.4**.

(a)



Zbynek Burival/Shutterstock

(b)



**# Figura 8.4** – a) A vitamina C é um dos constituintes do limão. b) Fórmula estrutural da vitamina C.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 136).

Figura 18 – Atividade Experimental 8 pertencente a coleção C7

**INVESTIGAÇÃO**

Nesta atividade, vamos observar a interação entre a vitamina C e o iodo para iniciar a discussão sobre algumas propriedades dessa importante molécula.

**MATERIAL**

Solução alcoólica de iodo (conhecida como tintura de iodo), um comprimido de vitamina C não efervescente, um limão de tamanho médio, três béqueres de 100 mL (ou copos transparentes), um conta-gotas, uma faca.

**Cuidado ao manusear a faca, pois ela pode causar ferimentos.**

**REALIZE A PRÁTICA APENAS COM A SUPERVISÃO DO PROFESSOR.**

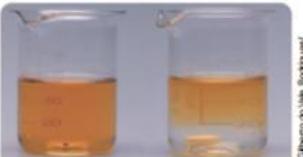


**# Figura 8.5 –** Material necessário para a realização do experimento.



**# Figura 8.6 –** Coloque gotas de iodo na água.

3. Coloque, no béquer 2, meio comprimido de vitamina C. Compare com a cor do béquer 1. Anote o que foi observado em relação à interação da vitamina C com a solução de iodo.



**# Figura 8.7 –** Observe a interação da vitamina C com a solução de iodo.

4. Acrescente gotas de suco de limão ao béquer 3. Compare com a cor do béquer 1. Anote suas observações no caderno.

**O QUE FAZER**

1. Coloque água até a metade dos três béqueres (ou copos).
2. Com o auxílio do conta-gotas, transfira cerca de 10 gotas da solução alcoólica de iodo para cada um dos béqueres. Numere-os de 1 a 3 e mantenha o béquer 1 como referência.

**REFLEXÃO**

**NÃO ESCREVA NO LIVRO**

1. Compare as cores dos sistemas finais (com vitamina C e com suco de limão) com as do sistema inicial (béquer 1). A que vocês atribuem esse resultado?
2. Considerando as observações feitas no experimento, explique por que a vitamina C é utilizada como agente antioxidante em diversos produtos.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 137).

Em continuidade, são caracterizados os conceitos de substâncias oxidantes e redutoras e cálculo para obtenção do número de oxidação (nox). Após a descrição desses conceitos, os autores apresentam uma seção denominada de “Articulação de ideias” e retornam à atividade prática realizada anteriormente (Figura 19).

Conforme Mortimer *et al.* (2020), a seção “Articulação de ideias” é composta por questões que visam articular o conteúdo abordado no capítulo para que o estudante possa aplicar conhecimentos, relacionar ideias e interpretar textos.

Figura 19 – Questões referentes à AE8C7 presentes na seção “Articulação de ideias”

**ARTICULAÇÃO DE IDEIAS**

NÃO ESCREVA NO LIVRO

1. Na Atividade 1, a vitamina C promoveu uma descoloração da solução de iodo ( $I_2$ ). Nesse caso, a vitamina C foi oxidada e o iodo foi reduzido. Quando está na forma de  $I_2$ , o nox do iodo é zero. Ao ser reduzido, transformando-se em  $I^-$  (iodeto), o nox do iodo passa para  $-1$ .
  - a) Lembrando do que foi estudado no capítulo de ligações químicas, que tipo de substância é o  $I_2$ ?
  - b) Explique por que o nox do iodo na forma de  $I_2$  é zero.
  - c) Explique por que o nox do iodo na forma de  $I^-$  é  $-1$ .
2. Na reação entre  $I_2$  e vitamina C, qual é o agente redutor e qual é o agente oxidante? Justifique sua resposta.
3. Escreva a equação que representa a transformação do iodo ( $I_2$ ) em iodeto ( $I^-$ ) e indique os nox do iodo nas espécies reagente e produto.
4. Existe uma substância, o hipoclorito de sódio ( $NaClO$ ), que, em solução aquosa, é muito utilizada para limpeza em geral, clareamento de roupas e como bactericida. Comercialmente, é conhecida como água sanitária. O hipoclorito, que em solução aquosa fica sob a forma de  $ClO^-$ , é um agente oxidante. Quando interage com redutores, essa espécie se transforma em cloreto ( $Cl^-$ ) e, em presença de água, o oxigênio se reagrupa como  $OH^-$ . Escreva a equação da transformação do hipoclorito em cloreto e indique o nox das espécies de cloro nos produtos e reagentes. O cloro foi oxidado ou reduzido?
5. Considere, agora, o sistema final da reação do iodo com a vitamina C. Suponha que adicionemos, a esse sistema, solução de hipoclorito de sódio. Considerando que a reação que ocorre é a combinação desses processos, escreva a equação que representa a reação entre o iodeto e o hipoclorito, somando as equações obtidas nos itens 3 e 4. Qual é a evidência de que ocorreu essa reação?



# Figura 8.9 – Interação da vitamina C I com a solução de iodo.

Gilberto de Vitor Rodrigues/Instituto de Física

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 139).

Posteriormente à apresentação das questões propostas na Figura 19, os autores abordam um pouco sobre a história da vitamina C seguida da segunda atividade experimental do capítulo denominada de “Compreendendo o quadro de potenciais de eletrodos-padrão de redução” (Figuras 20 e 21).

Figura 20 – Texto introdutório da AE9C7

**ATIVIDADE 2**

## Compreendendo o quadro de potenciais de eletrodos-padrão de redução

Será que há uma forma de prever se uma substância se comporta como redutora ou oxidante em relação a outra? Na atividade a seguir, vamos introduzir uma importante ferramenta que pode ser usada para fazer esse tipo de previsão, pelo menos em relação a muitas das substâncias simples e a muitos dos sais mais comuns: o **quadro de potenciais de eletrodos-padrão**, a 25 °C (**quadro 8.1**).

Potencial de oxidação E° (V)	Reação de eletrodo	Potencial de redução E° (V)
+3,09	$\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}$	-3,045
+2,925	$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{K}$	-2,925
+2,87	$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ca}$	-2,87
+2,714	$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}$	-2,714
+2,37	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg}$	-2,37
+1,66	$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}$	-1,66
+0,828	$2 \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	-0,828
+0,763	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}$	-0,763
+0,440	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}$	-0,440
+0,250	$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}$	-0,250
0,000	$2 \text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2$	0,000
-0,337	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	0,337
-0,536	$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{I}^-$	0,536
-0,799	$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}$	0,799
-1,065	$\text{Br}_2 + \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{Br}^-$	1,065
-1,229	$\text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}$	1,229
-1,360	$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{Cl}^-$	1,360
-2,65	$\text{F}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{F}^-$	2,65

Elaborado com base em: GENTILI, V. *Corrosão*. Rio de Janeiro: ItC, 1996. p. 345.

**# Quadro 8.1** – Potenciais de eletrodos-padrão.

O uso desse quadro permite prever se uma reação é ou não espontânea, o que não significa dizer que ela ocorre imediatamente, pois isso depende da velocidade da reação, que pode ser lenta.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 140).

Figura 21 – Atividade Experimental 9 pertencente a coleção C7

INVESTIGAÇÃO
🔍
🌐

Para entendermos a lógica de organização da tabela de potenciais de redução, vamos trabalhar, inicialmente, com três metais e três soluções com íons desses mesmos metais e testar quais soluções reagem com cada metal.

**MATERIAL**

Placas de magnésio (Mg), zinco (Zn) e cobre (Cu); soluções 1 mol/L de cloreto de magnésio (MgCl<sub>2</sub>), sulfato de zinco (ZnSO<sub>4</sub>) e sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>); três béqueres de 100 mL e três conta-gotas.

Evite o contato das soluções com a pele. Se isso ocorrer, lave com água em abundância.



# Figura 8.10 – Material a ser utilizado na atividade.

Metal ↓	Íon →		
	Mg <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>
Mg			
Zn			
Cu			

# Quadro 8.2 – Observações realizadas no experimento.

3. Repitam os procedimentos indicados no 1º e no 2º item para as placas de zinco e cobre.

**REFLEXÃO** NÃO ESCREVA NO LIVRO

1. Que metal reagiu com todos os outros íons metálicos? Considerando que todas as reações deste experimento são de oxirredução, esse metal é capaz de oxidar ou de reduzir todos os íons?
2. Qual dos íons em solução reagiu com todos os outros metais? Considerando que todas as reações deste experimento são de oxirredução, esse íon é capaz de oxidar ou de reduzir todos os metais?
3. Escrevam no caderno as equações de todas as reações que ocorreram no experimento.



# Figura 8.12 – Que soluções reagem com | cada placa metálica?

**O QUE FAZER** NÃO ESCREVA NO LIVRO

1. Coloquem a placa de magnésio ao lado de uma folha de papel e escreva na folha, paralelamente ao lado mais comprido da placa, o símbolo dos íons Mg<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup> e Cu<sup>2+</sup>, deixando algum espaço entre dois símbolos consecutivos. Observe a figura 8.11.

Mg <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>
------------------	------------------	------------------

# Figura 8.11 – Placa de magnésio ao lado da | folha de papel.

2. Usando um conta-gotas diferente para cada solução, coloquem duas gotas de cada solução sobre a placa de metal, no lugar próximo àquele onde vocês escreveram o símbolo correspondente ao íon presente na solução. Reproduzam o quadro 8.2 no caderno e anotem os resultados, utilizando um traço (-) para indicar que essa reação não ocorreu.

4. Escrevam, agora, apenas as reações de redução que ocorreram, por exemplo:
 
$$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$$

Usando os dados obtidos, coloque essas reações em ordem, do oxidante mais "potente" para o menos "potente". Lembrem-se de que qualquer espécie que é oxidante se reduz na reação de oxirredução.
5. Registrem, agora, apenas as reações de oxidação que ocorreram, por exemplo:
 
$$\text{Mg}(\text{s}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-}$$

Usando os dados obtidos, coloque essas reações em ordem, do redutor mais "potente" para o menos "potente". Lembrem-se de que qualquer espécie redutora se oxida na reação.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 141).

Seguido da atividade experimental, os autores apresentam um texto explicativo sobre os potenciais-padrão de redução e alguns exercícios de vestibulares. Posteriormente, Mortimer *et al.* (2020), utilizam de um texto para explicar sobre os

constituintes da pilha comum e a reação global da pilha alcalina. Após essa descrição, os autores trabalham com a terceira atividade experimental do capítulo que tem como objetivo “investigar como funcionam as pilhas comuns e construir outros tipos de pilha” (MORTIMER *et al.*, 2020, p. 144). Essa atividade é proposta em duas partes: na parte A os autores propõe a abertura de uma pilha comum e a identificação dos seus componentes e na parte B é proposto a construção de uma pilha por meio de moedas e vegetais (Figuras 22, 23 e 24).

Figura 22 – Texto introdutório da AE10C7

**ATIVIDADE 3**

## Explorando pilhas e baterias

Existem inúmeros formatos e tamanhos de pilhas e baterias, que vão depender de qual é sua aplicação e por quanto tempo queremos ter energia elétrica disponível. As pilhas que chamamos de “comuns” são as cilíndricas, também chamadas de pilhas zinco-carvão. Temos de diferenciá-las especialmente das pilhas alcalinas e das pilhas recarregáveis, que podem ter o mesmo formato. Esse tipo de pilha é muito utilizado em dispositivos portáteis, como rádios e brinquedos.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 144).

Figura 23 – Atividade Experimental 10 pertencente a coleção C7 - parte A

**INVESTIGAÇÃO** REALIZE A PRÁTICA APENAS COM A SUPERVISÃO DO PROFESSOR

Nesta atividade, vamos investigar como funcionam as pilhas comuns e construir outros tipos de pilha.

### PARTE A – Dissecando uma pilha comum

---

**MATERIAL**

Pilha comum nova ou usada, não alcalina e não recarregável, chave de fenda e alicate de ponta de corte, jornal ou bandeja plástica, luvas grossas de borracha.

**O QUE FAZER**

1. Prepare, em uma mesa ou equivalente, um espaço forrado de jornal para proteger a superfície e facilitar a limpeza. Separe os materiais necessários.
2. Observe o corpo da pilha. Ele tem a forma de um cilindro com uma das bases chatas. Com a ajuda da chave de fenda e do alicate, abra a pilha e retire a capa de aço. É mais fácil começar a abrir a pilha pela sua parte oposta, que apresenta uma protuberância. Tente, com a ponta do alicate, levantar a bainha da capa metálica que contorna a pilha. Neste momento, a habilidade é mais importante do que a força.
3. Exponha as partes da pilha aberta e faça um desenho das seções que a compõem, observando rigorosamente as partes.

**REFLEXÃO** NÃO ESCREVA NO LIVRO

1. Com base nas informações do tópico “Os constituintes da pilha comum”, identifique todas as partes do desenho que você fez.
2. Terminada a operação, recolha separadamente as partes da pilha, colocando-as em recipientes específicos. Separe a chapa de zinco da pilha, que será usada na Parte B. Cada material deve ter um encaminhamento. Pergunte ao professor como fazê-lo.

Utilize equipamento de proteção individual (EPI) nesta prática. Cuidado ao manusear a chave de fenda e o alicate, pois podem causar ferimentos.

É importante evitar tocar em materiais desconhecidos. É preciso lembrar a natureza tóxica e perigosa da maioria das partes que compõem a pilha: o zinco é um metal pesado e a pasta residual pode conter substâncias tóxicas. No caso de contato da pele com as substâncias produzidas na pilha já usada, lave com água em abundância; se ocorrer irritação, procure um médico.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 144).

Figura 24 – Atividade Experimental 10 pertencente a coleção C7 - parte B

**PARTE B – Moedas elétricas e pilhas de vegetais**

**MATERIAL**

Capa de zinco separada da pilha comum na Parte A, moedas de cobre, sal de cozinha, água, papel toalha ou filtro de café de papel, tesoura, lixa fina ou palha de aço, multímetro com pontas de prova.

REALIZE A PRÁTICA APENAS COM A SUPERVISÃO DO PROFESSOR

**O QUE FAZER**

- Dissolva um pouco de sal (uma colher de café) em uma xícara de café de água. Desenhe um círculo
- Vimos na Parte A que o metal cinza que recobre a parte externa da pilha é o zinco. Prepare três discos de zinco, cortando a chapa em um círculo do mesmo tamanho das moedas de cobre. Limpe bem os discos de zinco e as moedas de cobre com uma lixa fina ou palha de aço.
- Coloque uma moeda de cobre na mesa. Sobre a moeda, coloque um disco de zinco. Ajuste o multímetro para medir voltagem no modo de corrente contínua (DC). Encoste uma ponta de prova na moeda de cobre e a outra no disco de zinco. Observe se a voltagem medida é diferente de zero.
- Faça um "sanduíche" com uma moeda de cobre, um pedaço de papel de filtro molhado com água e sal e o disco de zinco. O papel molhado com água e sal deve cobrir a moeda na parte de baixo completamente, evitando que ela toque a moeda de cima.
- Usando o multímetro novamente, meça a voltagem encostando a ponta de toque vermelha na moeda de cobre e a preta no disco de zinco. Anote o valor encontrado.
- Inverta as pontas de prova, colocando a vermelha (positiva) no zinco e a preta (negativa) no cobre. O que acontece com o valor medido? Quando medimos a voltagem colocando a ponta de prova vermelha no polo positivo da pilha, o sinal obtido será positivo. Identifique qual é o polo positivo da pilha.
- Prepare um segundo "sanduíche" com a moeda de cobre, papel de filtro com a solução salina e disco de zinco.
- Coloque esse segundo "sanduíche" sobre o primeiro, de modo que a moeda de cobre fique em contato direto com o disco de zinco do "sanduíche" inferior. Meça novamente a voltagem, mas agora encostando uma ponta de prova na moeda de cobre do "sanduíche" inferior e a outra no

passando um lápis ao redor da moeda em um papel toalha ou filtro de café de papel. Corte vários círculos de papel de filtro e molhe-os na solução de sal em água.

disco de zinco do "sanduíche" superior. O que aconteceu com a voltagem medida? O que você espera que aconteça caso coloquemos um terceiro "sanduíche metálico" na pilha?

9. Faça o experimento novamente com três "sanduíches metálicos" e meça a diferença de potencial (voltagem) entre a moeda de cobre mais embaixo e o disco de zinco no topo.

10. Substitua o papel de filtro molhado por uma rodela de limão ou fatia fina de batata sobre a moeda de cobre. Pepinos em conserva também funcionam muito bem e já têm o tamanho apropriado. Sobre o limão, a batata ou o pepino, coloque um disco de zinco. Ligue o multímetro e ajuste-o para medir a voltagem em corrente contínua (DC). Coloque uma ponta de teste na moeda de cobre e a outra no disco de zinco. O que você observa?



# Figura 8.15 – Construção do "sanduíche metálico".



# Figura 8.16 – "Sanduíche metálico".



# Figura 8.17 – Pilha de vegetais.

**REFLEXÃO**

**NÃO ESCREVA NO LIVRO**

- Quantas pilhas iguais às que você construiu no experimento seriam necessárias para acender um LED vermelho que funciona sob a tensão de 1,8 V ou fazer funcionar uma calculadora digital que utiliza uma pilha AA?
- Na Atividade 2, sobre os potenciais-padrão de redução, vimos que alguns metais se oxidam mais facilmente do que outros. Utilize o quadro de potenciais de eletrodos-padrão para determinar, entre o zinco e o cobre, qual deles se oxida mais facilmente.
- Para o metal selecionado na questão anterior, escreva a equação da semirreação de oxidação desse metal.
- Consulte o quadro de potenciais eletrodos-padrão e localize o valor do potencial de oxidação do metal que está sendo oxidado nessa pilha.
- Combine as semirreações de oxidação e de redução e escreva a equação da reação global da pilha.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 144 - 145).

Em seguida, é apresentado um texto que busca explorar pilhas e baterias. Posteriormente, são explorados os conceitos de células eletroquímicas, pilhas e baterias, pilha de Daniell e seu funcionamento, bem como, os fatores que levam a

produção de energia elétrica. Em continuidade, é trabalhada a quarta atividade da seção “Investigação” denominada de “Um procedimento para o cálculo da diferença de potencial” (Figura 25).

Figura 25 – Atividade da seção “Investigação” pertencente a coleção C7: “Um procedimento para o cálculo da diferença de potencial”

**ATIVIDADE 4**  
**Um procedimento para o cálculo da diferença de potencial**

**INVESTIGAÇÃO**

Nesta atividade, vamos realizar um procedimento para calcular a diferença de potencial para a pilha de Daniell. Esse procedimento também pode ser utilizado para o cálculo de diferença de potencial para outras pilhas.

Consulte o quadro 8.1 de potenciais de eletrodos-padrão para a realização desta atividade.

**O QUE FAZER** NÃO ESCREVA NO LIVRO

- No caderno, escrevam a semirreação que representa o que ocorre no eletrodo de zinco.
- Em seguida, escrevam a semirreação que representa o que ocorre no eletrodo de cobre.
- Por fim, escrevam a equação total somando as semirreações. Ao escrever a equação total balanceada para a pilha de Daniell, vocês podem observar que a quantidade de átomos, a quantidade de cargas e o número de elétrons são conservados. A

diferença de potencial para essa pilha é de 1,1 V, mas como esse valor é obtido?

- Verifique no **quadro 8.1** de potenciais de eletrodos-padrão, na coluna Potencial de redução, o valor para o potencial da semirreação que ocorre no catodo (processo de redução).
- Verifiquem também no **quadro 8.1** de potenciais de eletrodos-padrão, na coluna Potencial de oxidação, o valor para o potencial da semirreação que ocorre no anodo (processo de oxidação).
- Para obter o valor da força eletromotriz ( $\Delta E$ ), façam o cálculo da diferença entre o potencial de redução do catodo e o potencial de redução do anodo.

Essa diferença entre os potenciais encontrada no item 6 é chamada de **força eletromotriz** (fem). A medida da fem é feita com um voltímetro e corresponde ao valor calculado, desde que a pilha se encontre na condição-padrão. Esse procedimento pode ser utilizado também para o cálculo da força eletromotriz de outras pilhas.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 150).

Destacamos que embora a atividade da Figura 25 conste na seção de “Investigação”, ela não foi considerada como atividade experimental nesta pesquisa. Lembrando que para este estudo consideramos como atividade experimental as atividades em que os estudantes estão em contato com materiais diversos e/ou vidrarias comuns a um laboratório de Ciências para realizar atividades de investigação, observação ou verificação.

Posteriormente, os autores trabalham com o balanceamento de equações que envolvem oxidação e redução (reações redox), seguido de um exercício. Caminhando para o final do capítulo, Mortimer *et al.* (2020) apresentam a última atividade da seção “Investigação” denominada de “Um exemplo de eletrólise” (Figuras 26 e 27).

Figura 26 – Texto introdutório da AE11C7

**ATIVIDADE 5**

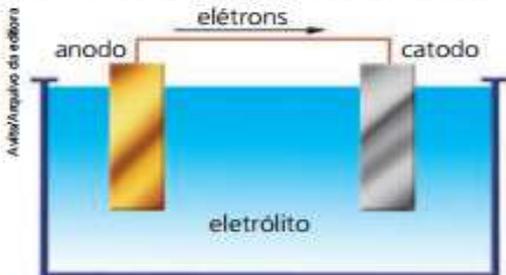
## Um exemplo de eletrólise

A eletrólise é outro exemplo de reação de oxirredução que se passa numa célula eletroquímica, assim como ocorre com as pilhas e as baterias. Enquanto nas pilhas a energia elétrica é produzida, pois a reação de oxirredução é espontânea, na eletrólise é necessário o fornecimento de energia para que a reação ocorra, pois ela não é espontânea. Para melhorar nossa compreensão desses sistemas, vamos discutir alguns conceitos.

Uma célula eletroquímica é normalmente composta de dois eletrodos, onde vão ocorrer as duas semirreações: uma de oxidação e outra de redução.

O eletrodo no qual ocorre a oxidação é chamado de anodo; o eletrodo em que ocorre a redução, catodo.

Além desses eletrodos, a célula é composta ainda de um eletrólito, que é o meio (geralmente uma solução) em que estão imersos os eletrodos e é responsável pela condução da corrente elétrica, na forma de íons, do anodo para o catodo. Para fechar o circuito, há ainda uma ligação entre os eletrodos, por onde os elétrons migram do anodo para o catodo.



# Figura 8.28 – Representação esquemática de célula eletroquímica. Os elementos não estão representados em proporção. Cores fantasia.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 152).

Figura 27 – Atividade Experimental 11 pertencente a coleção C7

### INVESTIGAÇÃO

Nesta atividade, vocês vão investigar a eletrólise de uma solução aquosa de iodeto de potássio (KI) e identificar os produtos formados nos eletrodos.

Evite o contato da solução de KI com a pele. Se isso ocorrer, lave com bastante água.

#### MATERIAL

Um béquer de 250 mL, dois eletrodos de grafita, uma fonte de corrente contínua (ou uma bateria de 9 V) e fios para conexão, solução de iodeto de potássio (KI) 0,5 mol/L, papel indicador universal, fenolftaleína, um conta-gotas.

#### O QUE FAZER

1. Montem o dispositivo para a eletrólise utilizando o béquer. Usem, como modelo, o esquema para célula eletroquímica apresentado na **figura 8.29**.
2. Utilizando o papel indicador, verifiquem se a solução de KI é ácida, básica ou neutra (pH). Registrem o resultado no caderno.
3. Enchem o béquer com a solução de KI até chegar a 2 cm das bordas e adicionem 10 gotas de fenolftaleína.
4. Coloquem os dois eletrodos de grafita no béquer, de modo que fiquem em lados opostos.
5. Peçam ajuda ao professor para realizar as ligações, e deixem a eletrólise se processar durante aproximadamente 15 minutos.



6. Observem o processo e anotem no caderno as modificações que forem evidentes para os dois eletrodos. Descrevam o aspecto das soluções de KI antes da eletrólise, do eletrodo positivo e do eletrodo negativo, relacionando-o com o pH da solução.

### REFLEXÃO

NÃO ESCREVA NO LIVRO

Consulte o quadro 8.1 de potenciais de eletrodos-padrão para a realização dessa atividade.

1. Listem as espécies iônicas presentes na solução antes de o processo de eletrólise ser iniciado.
2. Consultando o **quadro 8.1** de potenciais de eletrodos-padrão, sugiram as possíveis reações de oxirredução que envolvem os íons presentes inicialmente.
3. Considerando os resultados obtidos após a eletrólise (veja o 6º item, acima), escrevam as equações que representam os processos que ocorreram nos eletrodos positivo e negativo.
4. Verifiquem o número de elétrons envolvidos em cada equação e ajustem o coeficiente das espécies para balancear as cargas e as massas em cada equação.
5. Escrevam a equação que representa o processo completo da eletrólise do iodeto de potássio (KI), somando as equações obtidas para os processos de redução e de oxidação.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 152).

Para finalizar, os autores trabalham um texto com alguns exemplos de materiais que são obtidos com o uso da eletrólise, seguido de um texto sobre riscos e vantagens do uso do alumínio com uma atividade da seção “Projeto” e uma série de questões de vestibulares.

Assim como abordado na seção anterior, observamos no decorrer da apresentação do capítulo que Mortimer e seus colaboradores (2020), trabalham com textos explicativos sobre os conceitos da Química, atividades experimentais e questões de vestibulares. Também há uma preocupação por parte dos autores em abordarem uma atividade experimental ao introduzirem um conceito diferente. Essa atividade é apresentada, na maioria das vezes, ao início da seção, e em seguida, os conceitos são trabalhados.

Detectamos também, que anteriormente à apresentação da atividade da seção “Investigação”, os autores apresentam um texto que relatam sobre o que será abordado. As questões disponíveis ao final das atividades experimentais estão presentes na seção “Reflexão”. A seção “Reflexão”, segundo Mortimer *et al.* (2020), aborda questões relacionadas ao que foi visto ao longo das seções “Investigação” e “Projeto”, com a proposta de apresentar questionamentos que levem o aluno a utilizar dos conceitos contemplados e expandir o conteúdo proposto.

### **6.2.3 Comparando os capítulos “Movimento de elétrons: uma introdução ao estudo da eletroquímica” e “Armazenando energia elétrica”**

Ao compararmos os capítulos que tratam sobre a temática eletroquímica da coleção C2 e C7, observamos algumas semelhanças entre os textos e as atividades experimentais. Os textos que abordam os conceitos trabalhados nos dois capítulos são semelhantes. Ou seja, foram atualizados, do PNLD de 2018 para o PNLD de 2021, da coleção C2 para a coleção C7. O mesmo acontece com quatro das atividades experimentais propostas na coleção C2.

O início de ambos os capítulos, envolvem uma introdução ao estudo das reações de oxirredução, seguida da atividade experimental “Vitamina C como agente redutor: interação com iodo” (Figura 1 e Figura 18). Como as atividades experimentais são parecidas, trabalhamos nesta pesquisa com a atividade disponível na coleção C7 (AE8C7).

Em seguida, são abordados os conceitos de substâncias oxidantes e redutoras e cálculo do número de oxidação (nox), com textos e exemplos semelhantes nas duas coleções. Posteriormente, são abordadas as questões disponíveis na Figura 2 para a coleção C2 e na Figura 19 para a coleção C7, apesar de se tratarem de seções com nomeações diferentes as questões de 1 a 5 da Figura 19 são iguais as questões de 2

a 6 da Figura 2. Como as questões de 1 a 4 e a questão 5 retornam à atividade experimental AE8C7, consideramos essas questões como objeto de análise desta pesquisa.

Em continuidade, a coleção C2, diferente da coleção C7, aborda em texto algumas informações sobre os halogênios, regras de nomenclatura de sais e ácidos comuns e a atividade experimental “Vitamina C como agente redutor: interação com permanganato de potássio” (Figura 4 - AE2C2). Essa atividade não é apresentada na coleção C7 e constitui o *corpus* de análise desta pesquisa.

Logo depois, ambas as coleções trabalham com um pequeno texto com informações referentes a vitamina C, a coleção C2 traz considerações estruturais e aspectos históricos, enquanto a coleção C7 aborda apenas os aspectos históricos. Após o texto, a coleção C2 apresenta a AE3C2, “Maças especiais”, buscando compreender as evidências de transformações na maçã e a interação entre um prego e uma maçã. Essa atividade também não é apresentada na coleção C7 e constitui o *corpus* de análise desta pesquisa. Seguido da atividade experimental, são apresentadas pelo LD algumas considerações em forma de texto sobre a atividade realizada.

Dando continuidade, ambas as coleções trabalham com a tabela de potenciais de eletrodos-padrão de redução e apresentam as atividades experimentais AE4C2 (Figura 8 e Figura 9) e AE9C7 (Figura 21). Como as atividades experimentais são iguais, trabalhamos nesta pesquisa com a atividade disponível na coleção C7 (AE9C7). Posteriormente, é apresentado nas duas coleções um texto muito semelhante sobre os potenciais-padrão de redução e alguns exercícios.

Em seguimento, as coleções abordam sobre pilhas e baterias, porém com ordem de apresentação de conteúdo diferente. A coleção C2, começa abordando células eletroquímicas, pilhas e baterias, pilha de Daniell, seu funcionamento e os fenômenos que levam a produção de energia e atividades da seção de “Reflexão”. A coleção C7, começa com um texto sobre os constituintes da pilha comum e a reação da pilha alcalina, seguido da AE10C7 e de textos explicativos sobre pilhas e baterias, células eletroquímicas e pilha de Daniell, seu funcionamento e os fenômenos que leva a produção de energia com propostas de atividades iguais às da coleção C2.

Após essa abordagem, as coleções voltam a apresentar a mesma ordem de conteúdo, assim, é trabalhado a atividade da seção “Investigação” denominada de “Um procedimento para o cálculo da diferença de potencial” (Figura 10 e Figura 25).

A atividade é semelhante nas duas coleções e não foi considerada como atividade experimental nesta pesquisa.

Em seguida, os autores das coleções exploram por meio de um texto explicativo o balanceamento de equações que envolvem oxidação e redução (reações redox) com uma atividade. Após essa atividade, os capítulos voltam a diferir na abordagem dos conteúdos. A coleção C2 da continuidade abordando um texto de investigação sobre uma pilha comum, seguido da AE5C2 e de um texto que relata os constituintes da pilha comum, a reação de uma pilha alcalina e uma atividade da seção “Projeto”. Ao comparar a AE10C7 (Figura 23 e Figura 24) com a AE5C2 (Figura 11), observamos que a parte A da AE10C7 é igual à AE5C2. Desse modo, vamos considerar como *corpus* de análise a AE10C7, além disso, essa atividade apresenta uma parte (parte B) que não é abordada na AE5C2.

Em continuidade, as coleções voltam a abordar o mesmo conteúdo que é a atividade experimental denominada de “Um exemplo de eletrólise”, AE11C7 (Figura 27) e AE6C2 (Figura 12). Ambas as atividades são iguais e consistem na investigação da eletrólise aquosa de iodeto de potássio. Sendo assim, consideramos como *corpus* de análise dessa pesquisa a AE11C7.

Finalizando os capítulos, os autores das coleções abordam por meio de textos alguns exemplos que envolvem a eletrólise na obtenção de materiais e vantagens e riscos do alumínio. Após esses textos, a coleção C7 propõe uma atividade da seção “Projeto” e algumas questões de vestibulares. Enquanto a coleção C2, propõe uma nova atividade experimental denominada de “Investigação sobre a corrosão do ferro”, AE7C2 (Figura 14 e Figura 15). Posteriormente, é apresentada as considerações finais da atividade e algumas questões de vestibulares. A AE7C2 constitui o *corpus* de análise desta pesquisa.

Comparando os capítulos que tratam da temática eletroquímica na coleção C2, aprovada no PNLD de 2018, e na coleção C7, aprovada no PNLD de 2021, averiguamos que:

- i) A coleção C2 aborda um número maior de atividades experimentais e alguns textos que não estão incluídos na coleção C7, como: as atividades experimentais AE2C2, AE3C2 e AE7C2 e os textos explicativos que trabalham com algumas informações dos halogênios e regras de nomenclatura de sais e ácidos comuns.

- ii) As atividades experimentais contidas na coleção C7 apresentam a mesma proposta que as atividades experimentais da coleção C2, sendo apenas atualizadas de uma coleção para outra.
- iii) Nas duas coleções há a presença de textos introdutórios anteriormente à apresentação da atividade experimental.
- iv) As atividades estão presentes, em ambas as coleções, na seção denominada de “Investigação” e as questões referentes a essas atividades estão presentes na seção “Reflexão”.
- v) A coleção C7 é uma versão atualizada da coleção C2, sem perder a essência e os conteúdos principais quando abordamos eletroquímica em sala de aula.

Na seção seguinte, vamos analisar as atividades experimentais que são *corpus* de análise desta pesquisa por meio da ATD, evidenciando as práticas epistêmicas e as possibilidades de abordagens comunicativas.

### 6.3 CONSTRUÇÃO DOS METATEXTOS: RELAÇÕES ENTRE AS PRÁTICAS EPISTÊMICAS E AS ABORDAGENS COMUNICATIVAS

Nesta seção, apresentamos os metatextos construídos a partir das etapas de unitarização e categorização das atividades experimentais. Estabelecemos, também, as relações entre as práticas epistêmicas evidenciadas pelas atividades e as possibilidades de abordagem comunicativa em sala de aula, de acordo com o referencial teórico de Araújo (2008) e Mortimer e Scott (2002, 2003).

Conforme abordado anteriormente, no capítulo 4, para a unitarização das atividades experimentais, consideramos os textos introdutórios que são apresentados anteriormente à atividade, os procedimentos experimentais, os materiais necessários para a prática e as questões (perguntas) referentes à atividade, que foram apresentados nas seções 6.2.1 e 6.2.2. As questões 1, 2, 3 e 5 da Figura 19 também foram consideradas para análise, pois são referentes à AE8C7.

#### 6.3.1 Metatexto 1: Produção do conhecimento

Esta seção aborda a primeira categoria final da ATD. Conforme o Quadro 11, apresentado no capítulo 4, identificamos nas atividades experimentais analisadas a

presença de seis categorias de análise inicial, são elas: Construindo dados, Problematizando e Elaborando hipóteses, Elaborando hipóteses, Concluindo, Construindo dados e Elaborando hipóteses e Considerando diferentes representações para explicar um dado. Essas categorias iniciais estão relacionadas às práticas epistêmicas de atividades sociais de **Produção do conhecimento**.

Desse modo, nessa categoria final, evidenciamos as práticas epistêmicas que estão relacionadas a como as investigações e/ou questões são produzidas pelos alunos, do início do problema até a sua finalização (ARAÚJO, 2008). Destacamos então, neste metatexto, as práticas epistêmicas correlacionadas a uma previsão de como os estudantes poderiam se organizar para resolver problemas, executar experimentos, coletar dados e utilizar de conceitos para explicar algum dado obtido.

Na categoria inicial, **Construindo dados**, estão presentes as práticas epistêmicas que correspondem à construção, observação ou coleta de dados (ARAÚJO, 2008). Essas práticas foram encontradas nas atividades experimentais, nos momentos em que os autores solicitam que os estudantes anotem/registem suas observações, façam um desenho do que observaram e reproduzam quadros ou tabelas para inserção de dados (Figura 28).

Averiguamos que essa prática epistêmica está presente em todas as atividades experimentais analisadas, no item que aborda os procedimentos necessários para a realização do experimento. Os autores dos LDs orientam a todo momento, e em alguns casos mais de uma vez, como na AE3C2 e AE10C7, que os alunos observem e anotem os dados encontrados. Consideramos essa estratégia como válida e importante para que os estudantes anotem com clareza o que observaram e o que coletaram de dados. Além disso, essa prática pode auxiliar os alunos a não se perderem durante a execução do experimento e a anotarem todos os dados encontrados para utilização posterior, como nas questões que estão sempre presentes ao final dos experimentos.

Entretanto, é necessário cautela para que a atividade não exija do estudante apenas a construção de dados sem sua interpretação. As atividades experimentais que exigem dos estudantes apenas a montagem dos instrumentos, as observações/coletas de dados e a apresentação de conclusões ainda são frequentes nos LDs. Enquanto, as atividades em que os alunos são solicitados a planejarem experimentos e elaborarem hipóteses são raras (MORI, 2009).

Na Figura 28, apresentamos um exemplo da prática epistêmica “Construindo Dados” presente na AE10C7.

Figura 28 – Exemplo da prática epistêmica “Construindo dados”

3. Exponha as partes da pilha aberta e faça um desenho das seções que a compõem, observando rigorosamente as partes.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 144).

O docente pode utilizar esse processo de construção de dados para promover uma abordagem Interativa e Dialógica, incentivando os grupos a compartilharem as diferentes perspectivas observadas favorecendo a exploração de ideias e a geração de novos significados. Por outro lado, o professor também pode adotar a abordagem Não interativa/dialógica. Nessa abordagem, as construções dos estudantes são consideradas por “vários pontos de vista, expor, explorar e trabalhar as diferentes perspectivas” (MORTIMER; SCOTT, 2003, p. 39).

A categoria inicial, **Problematizando e Elaborando hipóteses**, foram evidenciadas nas atividades experimentais a partir de seus textos introdutórios, como disponíveis na AE7C2 e na AE9C7. Baseado nas problemáticas (verificar Quadro 11), o professor pode problematizar e elaborar hipóteses com os estudantes, desenvolvendo sua aula a partir dessas práticas epistêmicas e com engajamento, favorecendo a abordagem comunicativa do tipo Interativo/dialógico.

Figura 29 – Exemplo das práticas epistêmicas “Problematizando e Elaborando hipóteses”

A corrosão do ferro ocasiona anualmente enormes prejuízos financeiros para a sociedade. Mas quais são os fatores responsáveis por essa perda e o que se pode fazer para reduzi-la?

Fonte: Mortimer; Machado (2016, p. 235).

As práticas epistêmicas identificadas nesta categoria são reveladas quando a atividade permite a problematização, pelo professor, a partir de um problema já proposto na atividade experimental. Por meio deste problema é possível que os

estudantes elaborem alternativas de respostas para resolvê-lo. Para Araújo (2008), a problematização corresponde à motivação para o início da discussão.

Com relação às abordagens comunicativas, a abordagem Interativo/dialógico permite que “o professor e os alunos exploram ideias, gerando novos significados, colocando questões e ofertas genuínas, ouvir e trabalhar diferentes pontos de vista” (MORTIMER; SCOTT, 2003, p. 39). Segundo Mortimer e Scott (2003), nessa abordagem, o professor considera os diversos pontos de vista do estudante, por mais que sejam errôneos. Cabe destacar que as práticas epistêmicas, Problematizando e Elaborando hipóteses, promovem a apresentação de diferentes perspectivas pelos estudantes. Dessa forma, tais práticas, também, podem resultar em interações do tipo Interativo/de autoridade, isso dependerá da postura e da avaliação do docente perante as ideias dos estudantes.

Na categoria inicial, **Elaborando hipóteses**, classificamos quatro questões encontradas ao final das atividades experimentais: AE7C2 e AE8C7. Dessas quatro questões, três estão presentes na AE7C2. Na Figura 30, apresentamos um exemplo dessa prática epistêmica disponível na AE8C7.

Figura 30 – Exemplo da prática epistêmica “Elaborando hipóteses”

1. Compare as cores dos sistemas finais (com vitamina C e com suco de limão) com as do sistema inicial (béquer 1). A que vocês atribuem esse resultado?

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 137).

Nessa categoria, classificamos as perguntas finais que exigiam dos estudantes elaborar alternativas de respostas para a temática proposta. Conforme abordado anteriormente, essa prática também permite uma abordagem do tipo Interativo/dialógico em que o docente explora as ideias/hipóteses dos alunos (MORTIMER, SCOTT, 2003).

Várias são as estratégias e abordagens para a organização de aulas com atividades experimentais, destacamos nesta pesquisa as atividades investigativas, que podem ou não, serem experimentais. As atividades que conduzem os estudantes a alguma investigação são citadas tanto no PNLD de 2018 quanto no PNLD de 2021. Essa abordagem de ensino pode propiciar, em sala de aula, o protagonismo dos discentes, na medida em que, os estudantes investigam a solução para um problema

e elaboram hipóteses, tornando-os mais ativos durante as aulas. Logo, essa abordagem pode ser evidenciada pelas práticas epistêmicas, Problematizando e Elaborando hipóteses, porém o desenvolvimento dessas práticas e de uma abordagem investigativa depende da postura do docente perante a atividade experimental.

As atividades experimentais de cunho investigativo ainda são pouco abordadas nas coleções de LDs de Química (VIDRIK, 2016; FERREIRA, 2018), mesmo sendo essenciais para a construção do conhecimento e engajamento dos estudantes durante as aulas. Em uma pesquisa anterior, detectamos que mesmo com o avanço dos LDs e com a proposta de atividades investigativas previstas nos editais do PNLD de 2018 e de 2021, a maioria dos experimentos contidos nos LDs, em especial os aprovados pelo PNLD de 2018, ainda são tradicionais e buscam a comprovação de teorias, com observações dirigidas e questionamentos sempre ao final da prática (SILVA; REZENDE, 2020).

Identificamos também a prática epistêmica, **Concluindo**, em uma pergunta disponível ao final da AE7C2 (Figura 31).

Figura 31 – Exemplo da prática epistêmica “Concluindo”

39) Consultem a **Tabela de potenciais de eletrodos-padrão** de redução e sugiram outro metal que possa ser utilizado na proteção da corrosão do ferro.

Fonte: Mortimer; Machado (2016, p. 237).

Essa prática epistêmica permite ao aluno finalizar o problema proposto inicialmente (ARAÚJO, 2008). Se observarmos as Figuras 13, 14 e 15 que são referentes a AE7C2, identificamos que a atividade experimental inicia com um problema: “A corrosão do ferro ocasiona anualmente enormes prejuízos financeiros para a sociedade. Mas quais são os fatores responsáveis por essa perda e o que se pode fazer para reduzi-la?”. Ao longo da atividade os estudantes são convidados a identificarem quais são os agentes responsáveis pela corrosão do ferro e como podemos reduzi-la. Nesse sentido, a questão proposta, representada na Figura 31, além de realizar o fechamento da atividade permite ao aluno, a partir do que foi observado na prática, identificar quais outros metais podem ser utilizados para reduzir a corrosão do ferro.

Consideramos que seria interessante se os autores dos LDs tivessem abordado essa prática epistêmica na AE9C7, que também inicia com um problema. Além disso, essa prática pode ser utilizada nas demais atividades como forma de o estudante concluir a atividade experimental, na qual, os LDs podem propor problemas ou questões onde os discentes utilizam do conhecimento adquirido com a atividade para a sua resolução.

Em relação a abordagem comunicativa, identificamos duas possibilidades: abordagem Interativo/dialógico ou Interativo/de autoridade (MORTIMER; SCOTT, 2003). Em ambas as abordagens, haveria interação entre os alunos e o professor. Na primeira, Interativo/dialógico, o professor considera as respostas dos alunos e trabalha a questão a partir dessas respostas por meio da exploração de ideias. Na segunda, Interativo/de autoridade, o professor conduz os alunos a resolução da questão, ou seja, quais são os metais que protegem a corrosão do ferro.

As práticas epistêmicas, **Construindo dados e Elaborando hipóteses**, foi identificada nos procedimentos experimentais disponíveis na AE10C7. Na Figura 32, apresentamos a questão que representa a junção dessas duas práticas.

Figura 32 – Exemplo das práticas epistêmicas “Construindo dados e Elaborando hipóteses”

8. Coloque esse segundo “sanduíche” sobre o primeiro, de modo que a moeda de cobre fique em contato direto com o disco de zinco do “sanduíche” inferior. Meça novamente a voltagem, mas agora encostando uma ponta de prova na moeda de cobre do “sanduíche” inferior e a outra no disco de zinco do “sanduíche” superior. O que aconteceu com a voltagem medida? O que você espera que aconteça caso coloquemos um terceiro “sanduíche metálico” na pilha?

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 145).

Averiguamos que inicialmente os autores solicitam aos alunos a observação sobre o que acontece com a medição da voltagem, essa solicitação se relaciona a prática epistêmica “Construindo dados”, no qual, os alunos vão dizer se a voltagem aumenta ou diminui em relação ao que foi medido anteriormente. Em seguida, é solicitado aos estudantes o levantamento de possíveis respostas (hipóteses) caso fosse colocado um terceiro “sanduíche metálico” na pilha.

As observações realizadas anteriormente para as práticas epistêmicas, Construindo dados e Elaborando hipóteses, também são válidas para esse contexto, ou seja, quando as práticas são trabalhadas juntas em uma mesma questão. Em relação às abordagens comunicativas, essas práticas epistêmicas juntas podem favorecer abordagens comunicativas do tipo Interativo/de autoridade e Interativo/dialógico. O professor pode conduzir os alunos através de questionamentos para chegar a um ponto de vista específico, utilizando da abordagem Interativo/de autoridade ou pode explorar as observações/hipóteses dos alunos, favorecendo uma abordagem do tipo Interativo/dialógico (MORTIMER, SCOTT, 2003).

Por fim, encontramos nessa categoria final, na AE10C7, a prática epistêmica, **Considerando diferentes representações para explicar um dado**. Na Figura 33, apresentamos a questão que representa essa prática.

Figura 33 – Exemplo da prática epistêmica “Considerando diferentes representações para explicar um dado”

1. Quantas pilhas iguais às que você construiu no experimento seriam necessárias para acender um LED vermelho que funciona sob a tensão de 1,8 V ou fazer funcionar uma calculadora digital que utiliza uma pilha AA?

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 145).

Nesse exemplo de prática epistêmica (Figura 33), os estudantes precisam dizer quantas pilhas são necessárias para acender um LED de 1,8V ou fazer funcionar uma calculadora digital de pilha AA. Essa questão pode permitir que os estudantes utilizem de duas diferentes formas de representação, são elas: a linguagem numérica para dizer quantas pilhas são necessárias e um texto escrito para explicar a quantidade de pilhas de acordo com o que foi observado na atividade experimental.

Com relação a abordagem comunicativa, essa prática permite que o professor considere e explore as diferentes explicações dadas pelos estudantes, principalmente, se a forma de representação em texto for solicitada e discutida pelo professor, favorecendo uma interação do tipo Interativo/dialógico. Caso o professor não considere essa estratégia, a questão pode permitir uma interação do tipo Não interativo/dialógico, no qual, o docente leva em conta as construções dos estudantes, mas não interage com eles (MORTIMER; SCOTT, 2003).

Cabe destacar que neste trabalho, fazemos uma previsão de qual prática e qual tipo de interação pode ser desenvolvido pelo docente em sala de aula para propiciar aulas mais dinâmicas e com participação dos estudantes. Porém, o desenvolvimento das abordagens comunicativas e das práticas epistêmicas aqui propostas sempre depende da postura do professor durante as aulas. Batista (2018), considera que

as práticas epistêmicas estão diretamente associadas ao papel do professor dentro da sala, visto que ele é o responsável por proporcionar os momentos em que essas práticas se manifestam. O ambiente criado dentro da sala de aula deve ser, portanto, acolhedor e estimulante de forma que os alunos se sintam livres para dialogar, discutir e manifestar suas ideias, e o professor consiga desempenhar o papel de mediador (BATISTA, 2018, p. 152).

No Quadro 12, explicitamos as práticas epistêmicas obtidas nesta etapa e as possibilidades discursivas para cada categoria inicial de análise.

Quadro 12 - Relações estabelecidas entre as práticas epistêmicas de Produção do conhecimento e as possibilidades discursivas

<b>Categoria final de prática epistêmica</b>	<b>Categoria inicial de prática epistêmica</b>	<b>Possibilidades discursivas</b>
Produção do conhecimento	Construindo dados	Interativo/dialógico ou Não interativo/dialógico
	Problematizando e Elaborando hipóteses	Interativo/dialógico ou Interativo/de autoridade
	Elaborando hipóteses	Interativo/dialógico ou Interativo/de autoridade
	Concluindo	Interativo/dialógico ou Interativo/de autoridade
	Construindo dados e Elaborando hipóteses	Interativo/de autoridade ou Interativo/dialógico
	Considerando diferentes representações para explicar um dado	Interativo/dialógico ou Não interativo/dialógico

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

No Quadro 12, apresentamos as práticas epistêmicas, encontradas nas atividades experimentais, relacionadas à atividade social de Produção do conhecimento. Identificamos que todas as práticas podem proporcionar, em sala de aula, abordagens comunicativas do tipo Interativo/dialógico, por ser um momento em que os discentes estão conversando, com o professor ou com os colegas, para a produção e explicação de dados, elaboração de hipóteses e conclusão da atividade.

### 6.3.2 Metatexto 2: Comunicação do conhecimento

No metatexto 2, são apresentadas as práticas epistêmicas de **Comunicação do conhecimento**. Essa prática envolve as discussões estabelecidas pelos grupos de alunos e as operações de textualização que são efetuadas durante essas discussões (ARAÚJO, 2008). A Comunicação do conhecimento por meio de operações de textualização “envolve produzir enunciados, tanto orais quanto escritos, que pertencem a diferentes gêneros de texto/discurso que circulam na sala de aula” (ARAÚJO, 2008, p. 36).

Desse modo, essa categoria de prática epistêmica compreende a forma com que o estudante comunica os dados e conclusões obtidas por meio da atividade experimental, correspondendo, na maioria das vezes, às questões finais que são propostas nessas atividades.

Nas atividades experimentais analisadas encontramos oito categorias iniciais de práticas epistêmicas relacionadas à Comunicação do conhecimento, a saber: Descrevendo, Classificando, Usando linguagem representacional, Classificando e Usando linguagem representacional, Explicando, Classificando e Explicando, Usando linguagem representacional e Explicando e Descrevendo e Explicando.

A prática epistêmica, **Descrevendo**, se relaciona a como os discentes fornecem as características e configurações de um evento ou objeto (ARAÚJO, 2008). Em relação às atividades experimentais, essa prática consiste na descrição do que foi observado durante a realização da atividade, como é evidenciado na questão presente na AE2C2 (Figura 34).

Figura 34 – Exemplo da prática epistêmica “Descrevendo”

8) Tendo em vista as variações das cores no fenômeno que vocês observaram e as informações do início desta atividade, descrevam o que ocorreu em cada caso, especificando todos os acontecimentos.

Fonte: Mortimer, Machado (2016, p. 205).

Observamos que em alguns casos, o próprio enunciado permite a classificação da prática epistêmica, como abordado na Figura 34, na qual, os autores solicitam que os estudantes descrevam o que aconteceu a partir de suas observações visuais. A presença dessa prática nas atividades experimentais pode auxiliar os estudantes a relacionarem o que foi evidenciado, em termos de aspectos visuais ou numéricos (como na AE10C7, verificar Quadro 11), com os conceitos envolvidas na atividade, complementando e auxiliando na construção e desenvolvimento do conhecimento científico.

A questão proposta pelos autores se refere a atividade que estuda a vitamina C como agente redutor em interações com o permanganato de potássio. Assim, além da questão trabalhar com a mudança de coloração, que é perceptível ao estudante, ela também trabalha com o número de oxidação do manganês em cada uma das colorações que podem ser visualizadas pelos alunos, utilizando assim dos conceitos que envolvem oxidação e redução. Ou seja, o discente é convidado a fazer a articulação da evidência da reação com a reação química ocorrida.

Essa prática epistêmica pode favorecer uma abordagem comunicativa do tipo Interativo/dialógico, na medida em que o professor possibilita que os estudantes expressem as diferentes observações realizadas e a que fatores elas estão relacionadas. Nesse caso, o docente deve levar em consideração que cada estudante pode ter uma observação diferente da atividade experimental, o que pode ocorrer, por exemplo, se o procedimento experimental for executado erroneamente. Por outro lado, também é possível a abordagem comunicativa do tipo Não interativo/dialógico, no qual o docente pode considerar em sua fala as diferentes observações, mas não interage com os alunos (MORTIMER; SCOTT, 2003).

Na categoria inicial, **Classificando**, identificamos as questões que solicitam aos estudantes a classificação de um elemento, objeto e/ou composto por regras clássicas já previstas na literatura (ARAÚJO, 2008). Essa categoria foi identificada em cinco atividades experimentais, são elas: AE2C2, AE8C7, AE9C7, AE10C7 e AE11C7.

Na Figura 35, apresentamos um exemplo dessa prática epistêmica disponível na AE9C7.

Figura 35 – Exemplo da prática epistêmica “Classificando”

1. Que metal reagiu com todos os outros íons metálicos? Considerando que todas as reações deste experimento são de oxirredução, esse metal é capaz de oxidar ou de reduzir todos os íons?

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 141).

No Quadro 11, observamos que as unidades de significado categorizadas nessa prática epistêmica solicitam aos estudantes a classificação de um composto/elemento químico ou das partes constituintes de uma pilha, seja por observação do que ocorreu no experimento, por classificação baseada em conceitos ou até mesmo nos conhecimentos prévios dos estudantes. A questão representada pela Figura 35, solicita que o discente, por meio de sua observação da atividade, classifique qual metal (verificar atividade - Figura 21) reagiu com todos os íons metálicos e em seguida dizer se esse metal oxidou ou reduziu os íons.

Embora a prática epistêmica, Classificando, esteja relacionada à categorização de um composto/elemento químico ou de partes constituintes de uma pilha, ela pode ser utilizada pelo docente para recordar/reforçar conceitos importantes da Química ou introduzir novos conceitos, sempre considerando as concepções prévias dos estudantes. Conforme Aguilar (2020), para que as práticas epistêmicas sejam estabelecidas em sala de aula é necessário que o professor atue como mediador e indagador do conhecimento. Além disso, para a pesquisadora é fundamental que as concepções prévias dos estudantes sejam consideradas.

Na prática epistêmica, **Usando linguagem representacional**, categorizamos as questões que solicitam dos estudantes a utilização de simbologia química ou matemática para transpor suas observações (ARAÚJO, 2008). Identificamos um total de quatorze unidades de significados presentes nas atividades experimentais: AE2C2, AE7C2, AE8C7, AE9C7, AE10C7 e AE11C7. Um exemplo dessa prática epistêmica pode ser observado na Figura 36, na qual, o estudante é solicitado a escrever a semirreação que representa a reação química que ocorre com o ferro durante o experimento.

Figura 36 – Exemplo da prática epistêmica “Usando linguagem representacional”

34) O íon ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) reage com ferricianeto de potássio ( $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ) formando um precipitado de coloração azul. Consultando novamente a Tabela de potenciais de eletrodos-padrão de redução, escrevam a semirreação que representa o que ocorre com o prego.

Fonte: Mortimer, Machado (2016, p. 237).

As unidades de significados classificadas nessa prática epistêmica solicitam aos alunos o número de oxidação de algum elemento químico, a escrita de reações e/ou o potencial de oxidação. Isto é, as questões requerem que os discentes saibam expressar suas observações com uma linguagem representacional que é própria da Química, o que pode auxiliar na apropriação e compreensão dessa Ciência. Assim, o desenvolvimento dessa prática epistêmica e o desenvolvimento de atividades experimentais, em sala de aula, pode auxiliar na construção e apropriação do conhecimento científico, bem como, promover a alfabetização e o letramento científico.

Polydoro (2019) considera que as atividades experimentais apresentam potencialidades para promover a alfabetização científica, assegurando aos estudantes melhor compreensão do conteúdo teórico, a criação de elos entre os conceitos e a realidade, além de sua contribuição para a divulgação do conhecimento científico.

Na categoria inicial, **Classificando e Usando linguagem representacional**, identificamos uma questão, presente na AE7C2, constituída por essas duas práticas epistêmicas. Na Figura 37, apresentamos a questão pertencente a essa categoria. Observamos que os autores solicitam dos estudantes a classificação do fenômeno que ocorreu nas regiões do prego (oxidação ou redução) e, em seguida, as semirreações que representam tal fenômeno.

Figura 37 – Exemplo da prática epistêmica “Classificando e Usando linguagem representacional”

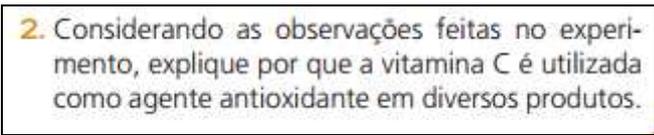
35) Em função do que vocês já elaboraram sobre os fenômenos de oxidação e redução que ocorrem no prego, determinem que tipo de fenômeno (oxidação ou redução) ocorreu nas regiões do prego (que ficaram mais evidentes) e as semirreações correspondentes.

Fonte: Mortimer, Machado (2016, p. 237).

As práticas epistêmicas, *Classificando e Usando linguagem representacional*, estão relacionadas a abordagem comunicativa do tipo *Interativo/de autoridade*, uma vez que o professor pode conduzir os alunos através de uma sequência de perguntas e respostas com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico (MORTIMER; SCOTT, 2003). Nas unidades de significado relacionadas no Quadro 12, as questões apresentadas nessas práticas epistêmicas possuem uma única opção de resposta, sendo assim, o docente deve conduzir seus alunos a esse ponto de vista/resposta específica. No entanto, o docente pode simplesmente apresentar o ponto de vista científico, produzindo uma abordagem do tipo *Não interativo/de autoridade* (MORTIMER; SCOTT, 2003).

Na categoria inicial, **Explicando**, obtemos quatro unidades de significados, uma pertencente a AE7C2 e três pertencentes a AE8C7. Como abordado anteriormente, o enunciado de algumas questões já evidencia a prática epistêmica solicitada aos estudantes, como é o caso das questões constituintes dessa categoria. Na prática epistêmica, *Explicando*, o estudante recorre a algum tipo de mecanismo, observação ou modelo teórico para explicar um sistema, objeto ou fenômeno observado (ARAÚJO, 2008).

Figura 38 – Exemplo da prática epistêmica “Explicando”



2. Considerando as observações feitas no experimento, explique por que a vitamina C é utilizada como agente antioxidante em diversos produtos.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 137).

Na Figura 38, destacamos um exemplo em que o LD solicita que os discentes expliquem por que a vitamina C é utilizada como agente antioxidante em diversos produtos a partir das observações realizadas na atividade experimental. Logo, essa prática epistêmica permite que o estudante construa argumentos por meio dos dados obtidos durante a atividade, além de construir, o estudante também pode comunicar suas explicações, favorecendo aspectos relacionados à: organização e interpretação de dados/observações, desenvolvimento da escrita e da comunicação, desenvolvimento e construção do conhecimento científico, debates em sala de aula e trabalho em equipe.

Para Figueira (2020), a argumentação é uma das práticas epistêmicas fundamentais para a construção do conhecimento científico. Assim, quando as aulas/atividades propiciam um ambiente de interação entre professor e aluno e entre os alunos, ela auxilia no desenvolvimento dos saberes argumentativos por parte dos estudantes. Desse modo, a prática epistêmica identificada nessas questões, pode favorecer esse ambiente de interação e o desenvolvimento da argumentação. Porém, sempre dependendo da postura do professor perante a atividade.

Com relação às abordagens comunicativas, a prática epistêmica, Explicando, permite ao professor estabelecer com os alunos uma abordagem do tipo Interativo/dialógico em que as ideias/explicações dos estudantes são exploradas e trabalhadas sob diferentes pontos de vista (MORTIMER; SCOTT, 2003). E Interativo/de autoridade, se o docente conduzir os alunos por meio de sequência de perguntas e respostas com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico, o conhecimento científico (MORTIMER; SCOTT, 2003).

A categoria inicial, **Classificando e Explicando**, foi obtida por meio de questões em que os estudantes classificam algum elemento ou substância a partir de teorias já estabelecidas e em seguida explicam essa classificação. Como é evidenciado nas duas questões pertencentes a essa categoria (Verificar Quadro 11). Inicialmente, é solicitado aos estudantes a classificação do agente redutor e do agente oxidante entre as reações de  $\text{KMnO}_4$  e vitamina C e  $\text{I}_2$  e vitamina C, depois é requerido a explicação dessa classificação.

Figura 39 – Exemplo das práticas epistêmicas “Classificando e Explicando”

2. Na reação entre  $\text{I}_2$  e vitamina C, qual é o agente redutor e qual é o agente oxidante? Justifique sua resposta.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 139).

Uma das possíveis abordagens comunicativas que o docente pode adotar é: (i) na etapa de classificação, conduzir os alunos através de uma sequência de perguntas e respostas com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico, adotando uma abordagem Interativa/de autoridade; (ii) na etapa de explicação, o docente pode estabelecer uma abordagem do tipo Interativo/dialógico em que as explicações para a classificação obtida são exploradas e trabalhadas sob diferentes pontos de vista ou (iii) o docente pode apresentar aos estudantes um ponto de vista específico, científico,

e não explorar as explicações dos estudantes, adotando uma abordagem Não interativa/ de autoridade (MORTIMER; SCOTT, 2003). As observações realizadas separadamente para essas práticas, também são válidas para esse caso.

Na categoria inicial, **Usando linguagem representacional e Explicando**, classificamos uma questão presente na AE8C7. Nessa questão (Figura 40), os discentes devem dizer qual é a equação química que representa a reação entre o iodeto e o hipoclorito de sódio e explicar qual é a evidência de que essa reação ocorreu.

Figura 40 – Exemplo das práticas epistêmicas “Usando linguagem representacional e Explicando”

5. Considere, agora, o sistema final da reação do iodo com a vitamina C. Suponha que adicionemos, a esse sistema, solução de hipoclorito de sódio. Considerando que a reação que ocorre é a combinação desses processos, escreva a equação que representa a reação entre o iodeto e o hipoclorito, somando as equações obtidas nos itens 3 e 4. Qual é a evidência de que ocorreu essa reação?

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 139).

As observações realizadas separadamente para essas práticas, também são válidas para esse caso. Uma das possíveis abordagens comunicativas que o professor pode adotar é: apresentar a equação que descreve a reação química ocorrida, ou seja, ele apresenta aos estudantes o ponto de vista científico, produzindo uma abordagem do tipo Não interativo/de autoridade, e em seguida, conduz os alunos por meio de sequência de perguntas e respostas com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico, a evidência de que a reação ocorreu, partindo para uma abordagem Interativa/de autoridade. Ou o docente pode estabelecer uma abordagem do tipo Interativo/dialógico em que as explicações para a evidência da reação e a montagem da equação química são exploradas e trabalhadas sob diferentes pontos de vista (MORTIMER; SCOTT, 2003).

A categoria inicial, **Descrivendo e Explicando**, relaciona dois tipos de práticas epistêmicas de comunicação do conhecimento. Identificamos nessa categoria as questões que solicitam do estudante a descrição do que foi observado durante a prática experimental e em seguida a explicação de suas observações.

Desse modo, categorizamos nessa prática duas questões, uma da AE3C2 e uma da AE7C2. Na Figura 41, apresentamos a questão presente na AE3C2.

Figura 41 – Exemplo das práticas epistêmicas “Descrevendo e Explicando”

**10)** Comparem os processos que ocorreram com as maçãs na parte A e na parte B desta atividade e respondam se eles são semelhantes.

Fonte: Mortimer; Machado (2016, p. 208).

Observamos na Figura 41 que a questão solicita aos estudantes a descrição do que foi observado na parte A e na parte B da atividade experimental e a explicação se os fenômenos ocorridos são semelhantes. Uma das possibilidades de interações discursivas é: permitir que os estudantes expressem e expliquem as diferentes observações realizadas, explorando e trabalhando as suas explicações sob diversas perspectivas, adotando uma abordagem Interativa/dialógica ou considerar o ponto de vista dos estudantes, mas não interagir com eles, adotando uma postura Não interativa/dialógica (MORTIMER; SCOTT, 2003).

No Quadro 13, explicitamos as práticas epistêmicas obtidas nesta etapa e as possibilidades discursivas para cada categoria inicial de análise.

Quadro 13 - Relações estabelecidas entre as práticas epistêmicas de Comunicação do conhecimento e as possibilidades discursivas

<b>Categoria final de prática epistêmica</b>	<b>Categoria inicial de prática epistêmica</b>	<b>Possibilidades discursivas</b>
Comunicação do conhecimento	Descrevendo	Interativo/dialógico ou Não interativo/dialógico
	Classificando	Interativo/de autoridade ou Não interativo/de autoridade
	Usando linguagem representacional	Interativo/de autoridade ou Não interativo/de autoridade
	Classificando e Usando linguagem representacional	Interativo/de autoridade ou Não interativo/de autoridade
	Explicando	Interativo/dialógico ou Interativo/de autoridade

	Classificando e Explicando	Interativo/de autoridade e Interativo/dialógico ou Não interativo/de autoridade
	Usando linguagem representacional e Explicando	Não interativo/de autoridade e Interativo/de autoridade ou Interativo/dialógico
	Descrevendo e Explicando	Interativo/dialógico ou Não interativo/dialógico

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Como a categoria final, Comunicação do conhecimento, abrange comunicar ideais, observações e conceitos de diferentes formas, ela pode possibilitar a combinação de diferentes abordagens, que vão de Interativo/não interativo a Dialógico/de autoridade (Quadro 13). Essa flexibilidade proporciona um espaço rico para a interação e a interanimação de ideias entre os envolvidos, promovendo assim um ambiente propício para o desenvolvimento do conhecimento científico.

### 6.3.3 Metatexto 3: Avaliação do conhecimento

As práticas epistêmicas de **Avaliação do conhecimento** correspondem às práticas que colocam em dúvida a validade do conhecimento e criticam e confrontam dados com as teorias (ARAÚJO, 2008). Essas práticas se relacionam a como os estudantes utilizam dos dados obtidos com a atividade experimental para avaliar teorias e das teorias para avaliar os dados.

Para essa categoria final de prática epistêmica, identificamos nas atividades analisadas apenas uma questão disponível na AE3C2. A prática epistêmica, **Avaliando a consistência dos dados**, permite aos discentes avaliarem se os dados encontrados são coerentes com as teorias (ARAÚJO, 2008). Na Figura 42, apresentamos a questão classificada nessa categoria.

Figura 42 – Exemplo da prática epistêmica “Avaliando a consistência dos dados”

11) Escrevam um texto a partir das observações feitas, tendo em vista o que vocês já aprenderam neste capítulo.

Fonte: Mortimer; Machado (2016, p. 208).

Observamos que a questão solicita que os discentes escrevam um texto a partir do que foi observado na atividade experimental e dos conhecimentos adquiridos ao longo do capítulo. Sendo assim, ela permite que os alunos por meio dos conceitos envolvidos no capítulo avaliem os dados que obtiveram na atividade. Seria interessante, se as práticas epistêmicas de Avaliação do conhecimento fossem mais exploradas pelos LDs, pois é por meio dessas práticas que os estudantes conseguem avaliar se os dados coletados ou as hipóteses formuladas são coerentes com as teorias, propiciando a aplicação do conhecimento científico.

Nesse contexto, esse tipo de prática pode permitir ao professor desenvolver em sala de aula uma abordagem do tipo Interativo/dialógico em que as avaliações em forma de texto, produzidas pelos estudantes, são exploradas e trabalhadas sob diferentes pontos de vista. Por outro lado, também é possível a abordagem comunicativa do tipo Não interativo/dialógico, no qual o docente pode considerar em sua fala as diferentes produções dos estudantes, mas não interage com eles (MORTIMER; SCOTT, 2003).

#### 6.3.4 Metatexto 4: Produção e Comunicação do conhecimento

No metatexto 4, apresentamos questões em que as práticas epistêmicas de **Produção e Comunicação do conhecimento** são evidenciadas. A identificação de questões em que essas práticas aparecem simultaneamente corroboram com Araújo (2008), quando ela compreende que na maioria das vezes, os alunos estão produzindo e comunicando o conhecimento simultaneamente. Identificamos duas categorias iniciais, são elas: Construindo dados e Descrevendo e Construindo dados e Classificando.

Na categoria inicial, **Construindo dados e Descrevendo**, identificamos uma questão presente na AE11C7 (Figura 43). A primeira parte da questão requer que o estudante observe e anote as modificações que observaram nos eletrodos, se

referindo a prática epistêmica, Construindo dados. Posteriormente, a questão solicita que o estudante descreva o aspecto de três diferentes soluções relacionando com o pH da solução, nesta etapa identificamos a prática epistêmica Descrevendo.

Figura 43 – Exemplo das práticas epistêmicas “Construindo dados e Descrevendo”

6. Observem o processo e anotem no caderno as modificações que forem evidentes para os dois eletrodos. Descrevam o aspecto das soluções de KI antes da eletrólise, do eletrodo positivo e do eletrodo negativo, relacionando-o com o pH da solução.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 152).

Essa questão permite que o aluno além de escrever o dado obtido com a prática, descreva como estava a solução antes e depois do processo de eletrólise e ainda associar essa descrição aos conceitos de pH. Desse modo, essas práticas juntas podem resultar em duas diferentes abordagens: Não interativo/dialógico quando o professor considera as construções dos estudantes, mas não interage com eles ou Interativo/dialógico, no qual, haveria interação entre os alunos e o docente, favorecendo a exploração de ideias e a geração de novos significados (MORTIMER; SCOTT, 2003).

Na categoria inicial, **Construindo dados e Classificando**, apresentamos uma questão presente na AE10C7 (Figura 44). Nessa questão, os alunos são convidados a observarem o que acontece com a voltagem no momento em que as pontas de prova são invertidas, e após essa observação, precisam dizer qual é o polo positivo da pilha.

Figura 44 – Exemplo das práticas epistêmicas “Construindo dados e Classificando”

6. Inverta as pontas de prova, colocando a vermelha (positiva) no zinco e a preta (negativa) no cobre. O que acontece com o valor medido? Quando medimos a voltagem colocando a ponta de prova vermelha no polo positivo da pilha, o sinal obtido será positivo. Identifique qual é o polo positivo da pilha.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p.145).

Assim, podemos identificar duas possibilidades de desenvolver as abordagens comunicativas, que são: Interativo/de autoridade ou Não interativo/de autoridade. A abordagem do tipo Interativo/de autoridade é explicitada quando o docente conduz os alunos através de uma sequência de perguntas e respostas a um ponto de vista específico e a abordagem do tipo Não interativo/de autoridade está presente quando o professor apresenta um ponto de vista específico (MORTIMER; SCOTT, 2003).

No Quadro 14, explicitamos as práticas epistêmicas obtidas nesta etapa e as possibilidades discursivas para cada categoria inicial de análise.

Quadro 14 - Relações estabelecidas entre as práticas epistêmicas de Produção e Comunicação do conhecimento e as possibilidades discursivas

<b>Categoria final de prática epistêmica</b>	<b>Categoria inicial de prática epistêmica</b>	<b>Possibilidades discursivas</b>
Produção e Comunicação do conhecimento	Construindo dados e Descrevendo	Interativo/dialógico ou Não interativo/dialógico
	Construindo dados e Classificando	Interativo/de autoridade ou Não interativo/de autoridade

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

No Quadro 14, destacamos as práticas epistêmicas presentes nas atividades experimentais, relacionadas tanto a atividade social de Produção do conhecimento como a atividade social de Comunicação do conhecimento. Identificamos em uma mesma orientação/questão as práticas: Construindo dados e Descrevendo e Construindo dados e Classificando. Essas práticas oferecem ao docente a oportunidade de utilizar interações que variam do Interativo ao não interativo e do Dialógico ao de autoridade.

Para esta pesquisa, consideramos as atividades experimentais pertencentes aos capítulos que tratam da temática eletroquímica disponíveis na coleção C2, aprovada no PNLD de 2018 e na coleção C7, aprovada no PNLD de 2021. Detectamos como unidades de significado os textos introdutórios, procedimentos experimentais e as questões presentes ao final das atividades experimentais.

Na seção seguinte, continuamos a análise das atividades experimentais, identificando se as práticas epistêmicas encontradas na coleção C2 se diferem das

encontradas na coleção C7. Também procuramos identificar quais atividades permitem aberturas e fechamentos discursivos pela perspectiva de Mortimer e Scott (2002, 2003).

#### 6.4 PNLD 2018 X PNLD 2021: HÁ DIFERENÇAS ENTRE AS PRÁTICAS EPISTÊMICAS?

Nesta seção, apresentamos um compilado de todas as práticas epistêmicas encontradas nas atividades experimentais analisadas. Para isso, identificamos se há diferença entre o PNLD de 2018 e o PNLD de 2021. Também, analisamos quais atividades apresentam aberturas e fechamentos discursivos pela perspectiva de Mortimer e Scott (2002, 2003).

No Quadro 15, apresentamos as práticas epistêmicas indicadas para cada atividade experimental, explicitando em que momento essa prática pode ser mobilizada pelo professor. Por exemplo, se a prática epistêmica foi encontrada nos textos introdutórios ela pode ser mobilizada para iniciar a atividade experimental, se foi identificada nos procedimentos experimentais ela pode ser trabalhada durante a atividade e se foi encontrada nas questões finais pode ser utilizada para concluir a atividade. Destacamos que algumas atividades não apresentam textos introdutórios como unidades de significado, logo, as práticas epistêmicas podem ser mobilizadas durante ou para concluir a atividade.

Quadro 15 - Relação das práticas epistêmicas que foram encontradas em cada atividade experimental

		<b>Início</b>	<b>Durante</b>	<b>Conclusão</b>
<b>PNLD 2018</b>	AE2C2	-	Construindo dados	Descrevendo, Classificando, Usando linguagem representacional, Classificando e Explicando
	AE3C2	-	Construindo dados	Descrevendo e Explicando, Avaliando a consistência dos dados
	AE7C2	Problematizando e Elaborando hipóteses	Construindo dados	Descrevendo e Explicando, Elaborando hipóteses, Usando linguagem representacional, Classificando e Usando linguagem representacional, Explicando, Concluindo
<b>PNLD 2021</b>	AE8C7	-	Construindo dados	Elaborando hipóteses, Explicando, Classificando, Classificando e Explicando, Usando linguagem representacional, Usando linguagem representacional e Explicando
	AE9C7	Problematizando e Elaborando hipóteses	Construindo dados	Classificando, Usando linguagem representacional
	AE10C7	-	Construindo dados e Classificando, Construindo dados e Elaborando hipóteses, Descrevendo	Considerando diferentes representações para explicar um dado, Classificando, Usando linguagem representacional
	AE11C7	-	Construindo dados, Construindo dados e Descrevendo	Classificando, Usando linguagem representacional

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Observamos no Quadro 15, que:

- (i) As práticas epistêmicas, Problematizando e Elaborando hipóteses, foram encontradas apenas nas atividades experimentais AE7C2 e AE9C7.
- (ii) A prática epistêmica, Construindo dados, foi encontrada em todas as atividades experimentais, e em alguns casos, foi apresentada em conjunto com outras práticas como na AE10C7 e na AE11C7, que encontramos as práticas, “Construindo dados e Classificando”, “Construindo dados e Elaborando hipóteses” e “Construindo dados e Descrevendo” em uma única orientação/questão.
- (iii) As atividades experimentais AE7C2, AE8C7 e AE10C7 são as atividades que mobilizam o maior número de práticas epistêmicas diferentes, sejam elas trabalhadas em questões/orientações individuais ou em conjunto.
- (iv) As práticas epistêmicas “Concluindo” e “Avaliando a consistência dos dados” foram encontradas apenas na coleção C2 aprovada no PNLD de 2021.
- (v) A prática epistêmica, “Considerando diferentes representações para explicar um dado”, foi evidenciada apenas na coleção C7 aprovada no PNLD de 2021.

Com base nas observações realizadas anteriormente e da observação do Quadro 15, podemos inferir que as práticas epistêmicas identificadas nos LDs, de modo geral, não se diferem muito de uma coleção para a outra, com exceção das práticas: “Concluindo” e “Avaliando a consistência dos dados” presentes somente na coleção C2, e da prática “Considerando diferentes representações para explicar um dado” presente somente na coleção C7. As demais práticas encontradas são trabalhadas tanto na coleção C2 como na coleção C7, em uma única orientação/questão ou em conjunto com outra prática epistêmica.

Quanto às abordagens comunicativas, vamos considerar como abertura discursiva as práticas mobilizadas no início e durante a atividade experimental e fechamento discursivo as práticas trabalhadas nas questões presentes ao final da atividade, para as atividades experimentais AE7C2, AE9C7 e AE10C7. Para as demais atividades, vamos considerar como abertura discursiva as práticas

mobilizadas nos procedimentos experimentais e metade das questões presentes ao final da atividade e para fechamento discursivo as demais questões.

A abertura discursiva pode ser compreendida como as questões/orientações iniciais, pois são elas que possibilitam o começo das interações em sala de aula. Já, o fechamento discursivo pode ser considerado como as questões finais, isto é, aquelas que possuem por objetivo finalizar as discussões sobre a atividade experimental. No Quadro 16, identificamos as possíveis aberturas e fechamentos discursivos para as atividades experimentais analisadas, utilizando o referencial teórico de Mortimer e Scott (2002, 2003).

É importante ressaltar que esta pesquisa prevê as abordagens comunicativas para a abertura e o fechamento discursivo em sala de aula. No entanto, o professor pode adotar uma conduta diferente da identificada e promover outros tipos de interações.

Quadro 16 - Aberturas e fechamentos discursivos identificados nas atividades experimentais

	<b>Atividade experimental</b>	<b>Abertura discursiva</b>	<b>Fechamento discursivo</b>
<b>PNLD 2018</b>	AE2C2	Interativo/dialógico	Não interativo/de autoridade ou Interativo/dialógico
	AE3C2	Interativo/dialógico	Interativo/dialógico
	AE7C2	Interativo/dialógico	Interativo/dialógico
<b>PNLD 2021</b>	AE8C7	Interativo/dialógico	Interativo/de autoridade
	AE9C7	Interativo/dialógico	Não interativo/de autoridade
	AE10C7	Interativo/dialógico	Não interativo/de autoridade
	AE11C7	Interativo/dialógico ou Não interativo/ de autoridade	Não interativo/de autoridade

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Na AE2C2 a abertura discursiva é caracterizada pelas práticas epistêmicas: Construindo dados e Descrevendo, permitindo a abordagem Interativa/dialógica. O fechamento discursivo é caracterizado pelas práticas epistêmicas: Classificando, Usando linguagem representacional, Descrevendo e Explicando. Essas práticas podem possibilitar ao professor, o fechamento da atividade, a partir de dois tipos de abordagem: Não interativo/de autoridade ou Interativo/dialógico.

A AE3C2 inicia a atividade com as práticas epistêmicas: Problematizando, Elaborando hipóteses e Construindo dados. Essas práticas permitem ao docente conduzir a aula através da abordagem Interativa/dialógica. Já, no fechamento discursivo estão presentes as práticas epistêmicas: Descrevendo, Explicando e Avaliando a consistência dos dados. As práticas epistêmicas do fechamento discursivo, também possibilitam ao professor interações do tipo Interativo/dialógico. Logo, essa atividade permite que o docente adote durante toda a aula uma abordagem, na qual, ele interage com os alunos e explora suas ideias e observações sob diferentes perspectivas.

Na AE7C2, a abertura discursiva apresenta como práticas epistêmicas: Problematizando, Elaborando hipóteses e Construindo dados. Enquanto, no fechamento discursivo são identificadas as práticas: Descrevendo, Explicando, Elaborando hipóteses, Usando linguagem representacional, Classificando e Concluindo. Observamos que as práticas identificadas nessa atividade, tanto para a abertura como para o fechamento discursivo, pode propiciar em sala de aula um ambiente rico para debates e exploração de ideais, proporcionando então uma abordagem Interativa/dialógica durante toda a atividade.

A AE8C7 inicia a atividade com as práticas epistêmicas: Construindo dados, Elaborando hipóteses e Explicando, que podem propiciar uma discussão em sala de aula, favorecendo uma abordagem Interativa/dialógica. Para o fechamento discursivo a atividade propõe questões relacionadas às práticas epistêmicas: Classificando, Explicando e Usando linguagem representacional. Essas práticas, do modo como foram apresentadas, conduzem os alunos a uma única resposta, com isso, o professor pode adotar uma postura de interagir com os estudantes, porém conduzindo-os a um ponto específico, o conhecimento científico, obtendo uma abordagem Interativo/de autoridade.

Na AE9C7, a abertura discursiva apresenta como práticas epistêmicas: Problematizando, Elaborando hipóteses e Construindo dados, que permitem uma abordagem Interativa/dialógica. No fechamento discursivo estão presentes as práticas: Classificando e Usando linguagem representacional, que também apresentam uma única resposta, nesse caso, o docente pode apenas apresentar o ponto de vista científico e não interagir com os estudantes, adotando uma abordagem Não interativa/de autoridade.

Na AE10C7, as primeiras práticas mobilizadas pelos LDs são: Construindo dados, Classificando, Elaborando hipóteses e Descrevendo. Essas práticas favorecem uma abordagem Interativa/dialógica. Para o fechamento discursivo são trabalhadas as práticas: Considerando diferentes representações para explicar um dado, Classificando e Usando linguagem representacional. Como a maioria das questões são de classificação ou uso de uma linguagem representacional, a atividade permite um fechamento discursivo com abordagem do tipo Não interativa/de autoridade.

A AE11C7 inicia com as práticas epistêmicas: Construindo dados, Descrevendo, Classificando e Usando linguagem representacional. Como a abertura discursiva é composta por uma questão/orientação referente a cada prática epistêmica, o professor pode adotar uma postura que vai do Interativo ao Não interativo e do Dialógico ao de autoridade. Para finalizar a atividade, o LD propicia o desenvolvimento da prática epistêmica: Usando linguagem representacional, que permite o fechamento discursivo com uma abordagem do tipo Não interativa/de autoridade.

Nesta seção, apresentamos os resultados desta pesquisa, identificando as práticas epistêmicas presentes em cada atividade experimental e coleção de LDs e as abordagens comunicativas que podem ser mobilizadas pelo docente, em sala de aula, a partir dessas práticas. Concluimos que cada prática epistêmica permite o desenvolvimento de diferentes tipos de abordagens, porém essas interações vão depender da postura do professor em sala de aula. Em relação às práticas epistêmicas, não há diferenças significativas entre as práticas que podem ser trabalhadas na coleção C2 e na coleção C7. Na próxima seção, apresentamos as considerações finais desta investigação, procurando responder às questões de pesquisa.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta seção, apresentamos as considerações finais da presente investigação, identificando suas limitações e possíveis contribuições. Nosso objetivo com esta pesquisa foi investigar a presença das interações discursivas e das práticas epistêmicas nas atividades experimentais dos LDs de Química, aprovados no PNLD de 2018 e dos LDs de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, aprovados no PNLD de 2021. Essas abordagens foram analisadas por meio do referencial teórico de práticas epistêmicas proposto por Araújo (2008) e do referencial de abordagens comunicativas descritos por Mortimer e Scott (2002, 2003). Para escrever esta seção retomamos as questões que nortearam a construção desta pesquisa.

Na tentativa de respondermos à questão principal deste trabalho - **Quais são as possibilidades discursivas e práticas epistêmicas presentes nas atividades experimentais dos Livros Didáticos de Química aprovados no PNLD de 2018 e dos Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD de 2021?** - analisamos sete atividades experimentais, três pertencentes a uma coleção aprovada no PNLD de 2018 e quatro pertencentes a uma coleção aprovada no PNLD de 2021. O principal problema da pesquisa foi desmembrado em outras cinco questões que discutimos em seguida.

A primeira questão foi: **Em cada coleção de Livros Didáticos investigados, quais são as temáticas que apresentam o maior número de atividades experimentais?** Compreendemos que os capítulos com o maior número de atividades experimentais podem evidenciar quais são as características abordadas pelos autores na construção dessas atividades. Assim, iniciamos a investigação contabilizando o número de atividades experimentais presentes em cada capítulo das coleções de LDs, aprovadas no PNLD de 2018 e no PNLD de 2021. Para a contagem, identificamos as seções na qual os autores indicam como seções que abordam atividades práticas, experimentos e/ou investigações. Posteriormente a essa identificação, constatamos que os capítulos que tratam sobre a temática eletroquímica (pilhas, baterias, eletrólise, reações de oxirredução e corrosão) possuem o maior número de atividades experimentais na maioria das coleções analisadas. Acreditamos que este fato se deve a dificuldade de alguns estudantes na compreensão desse conteúdo, assim a atividade pode auxiliar na criação de elos entre a teoria e a prática, e na facilidade de

realizar práticas experimentais com materiais de fácil aquisição ou alternativos. Nesse sentido, definimos como *corpus* de análise desta pesquisa as atividades experimentais pertencentes ao capítulo das coleções C2 (Coleção: Química, LD: volume 2, PNLD de 2018) e C7 (Coleção: Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar, LD: Materiais e energia: transformações e conservação, PNLD de 2021) que tratam sobre essa temática.

Outras duas questões foram: **Há diferença nas possibilidades discursivas das atividades experimentais presentes nos Livros Didáticos de Química aprovados no PNLD 2018 e nos Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD de 2021?** e **Quais atividades experimentais podem favorecer aberturas e fechamentos discursivos na perspectiva das abordagens comunicativas de Mortimer e Scott (2002, 2003)?** Na análise dos experimentos, identificamos que as atividades experimentais presentes na coleção aprovada no PNLD de 2018 permitem ao professor adotar uma postura mais Interativa e Dialógica com os estudantes, por apresentarem um quantitativo maior de orientações/questões que exigem a explicação, a descrição de um fenômeno ou o levantamento de hipóteses. Já, as atividades experimentais presentes na coleção aprovada no PNLD de 2021 apresentam um número significativo de orientações/questões que envolvem a classificação ou o uso de linguagem representacional, o que pode levar o docente a adotar uma abordagem de Autoridade e Não interativa, por serem questões que apresentam como única explicação o conhecimento científico. Quanto ao favorecimento de aberturas e fechamentos discursivos, todas as atividades permitem que na sua abertura e no seu fechamento o docente mobilize diferentes tipos de abordagens, conforme apresentado no Quadro 16, presente no capítulo 5. Porém, destacamos, mais uma vez, que os diferentes tipos de interações existentes em uma sala de aula sempre dependem da postura e da formação do professor.

Nas questões seguintes procuramos analisar as práticas epistêmicas e responder às seguintes perguntas: **Como e quais são as práticas epistêmicas desenvolvidas nas atividades experimentais das coleções de Livros Didáticos de Química e Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD de 2018 e no PNLD de 2021, respectivamente?** e **As diferentes práticas epistêmicas podem indicar distintas possibilidades discursivas?** Identificamos as seguintes

práticas epistêmicas ao analisar as atividades experimentais: Construindo dados, Problematizando, Elaborando hipóteses, Concluindo, Considerando diferentes representações para explicar um dado, Descrevendo, Classificando, Usando linguagem representacional, Explicando e Avaliando a consistência dos dados. Essas práticas foram detectadas nos textos introdutórios, procedimentos experimentais e nas questões presentes ao final das atividades, sendo mobilizadas juntas em uma mesma orientação/questão ou individualmente. As práticas epistêmicas “Concluindo” e “Avaliando a consistência dos dados” foram encontradas apenas na coleção C2 aprovada no PNLD de 2018 e a prática “Considerando diferentes representações para explicar um dado”, foi evidenciada apenas na coleção C7 aprovada no PNLD de 2021. As demais práticas epistêmicas estavam presentes nas duas coleções. Não identificamos nas atividades analisadas as práticas: “Planejando investigação”, que permite ao aluno o planejamento de um roteiro experimental, visto que todos os roteiros já estavam prontos (identificamos essa prática na coleção C2 na seção “Reflexão”); “Apresentando ideais (opiniões) próprias”, que solicitam dos estudantes a expressão de suas opiniões, a maioria das orientações/questões apresentadas nas atividades experimentais são compostas por perguntas que auxiliam o estudante a expressar suas observações e aplicar o conhecimento científico; “Usando dados para avaliar teorias”, que permite ao discente utilizar dos dados construídos para avaliar teorias científicas e hipóteses; “Utilizando conceitos para interpretar dados”, quando a atividade permite ao estudante utilizar de algum conceito para justificar um dado obtido e “Exemplificando”, quando o estudante é solicitado a exemplificar um conceito ou dado. Salientamos que o desenvolvimento das práticas descritas depende da postura do professor em sala de aula, logo, essas práticas podem ou não serem trabalhadas pelo docente.

Por fim, consideramos que as diferentes práticas epistêmicas permitem ao professor diferentes formas de conduzir uma interação. As práticas, Descrevendo e Explicando, por exemplo, possibilitam ao docente considerar as diferentes perspectivas dos estudantes e trabalhar sob diversos pontos de vista. Enquanto, as práticas, Usando linguagem representacional e Classificando, requerem do aluno o uso de uma linguagem própria da Química e a classificação por meio de conceitos já estabelecidos, proporcionando ao docente adotar outro tipo de interação, pois são

questões/orientações com uma única resposta correta, ou seja, questões que visam o conhecimento científico.

Nesta investigação pelos LDs averiguamos a importância do manual do professor para orientar o docente durante a execução das atividades experimentais. Entretanto, consideramos que esse manual poderia abordar também as possibilidades de interações entre docentes e discentes, em sala de aula, viabilizando ao professor a execução de aulas dinâmicas para os estudantes. Além disso, observamos que os editais do PNLD de 2018 e do PNLD de 2021 orientam que os LDs abordem atividades que promovam a investigação científica e a problematização, porém em nossas análises encontramos apenas duas atividades, uma de cada PNLD, que apresentam as práticas epistêmicas Problematizando e Elaborando hipóteses em seus textos introdutórios, características importantes para adotar uma abordagem investigativa em sala de aula.

Uma limitação de nossa pesquisa foi não identificar como as práticas epistêmicas e abordagens comunicativas propostas neste trabalho são de fato mobilizadas, em sala de aula, pelos docentes a partir das atividades experimentais abordadas. Contudo, essa limitação pode se tornar um dos desdobramentos desta investigação.

Assim, sugerimos como temas para pesquisas futuras: entrevistar os autores dos LDs a fim de compreender o que eles entendem como atividades experimentais; investigar por que a maioria dos referenciais teóricos encontrados sobre as práticas epistêmicas se concentram na região Sudeste do Brasil e perceber como as atividades experimentais analisadas são ministradas em sala de aula.

Acreditamos que o trabalho aqui desenvolvido colabora com as pesquisas que analisam as práticas epistêmicas e as interações discursivas. Além disso, contribui para que os atuais e futuros professores da Educação Básica compreendam como esses conceitos podem ser mobilizados em sala de aula a partir dos Livros Didáticos, uma ferramenta muito utilizada por docentes.

## REFERÊNCIAS

ABREU, R. G. de; GOMES, M. M. da; LOPES, A. C. Contextualização e tecnologias em livros didáticos de biologia e química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 405-417, 2005.

AGUILAR, J. A. **Experimentação em aulas de química orgânica: identificando práticas epistêmicas nos registros produzidos por estudantes do ensino médio**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020.

ANDRADE, C. R. B. de; DUARTE, A. M. C. Educação em Tempo Integral no Ensino Médio: a experiência de Minas Gerais. **Educação & Realidade**, v. 48, 2023.

ANDRADE, R. S.; VIANA, K. S. L. Atividades experimentais no ensino da química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 23, n.2, p. 507-522, 2017.

ANJOS, A. L. dos; FORTUNA, R. T.; ROTTA, J. C. G. Interdisciplinaridade e o ensino de química em livros de ciências do oitavo ano. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 13, n. 27, p. 123-132, 2020.

ARAÚJO, A. O. **O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de Química**. 2008. (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

ARAÚJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n.2, p.176-194, 2003.

ARTHUR, T. **A evolução das atividades experimentais em livros didáticos de Química**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

BATISTA, R. F. M. **O uso de abordagens histórica-investigativa na reelaboração de roteiros da Experimentoteca do CDCC-USP**. 2018. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Edital de Convocação Nº 03/2019 – CGPLI**. Programa Nacional do Livro e do Material Didático. PNLD 2021. Brasília, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Edital de Convocação Nº 04/2015** – CGPLI. Programa Nacional do Livro Didático. PNLD 2018. Brasília, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

CANCIAN, C. de C. B.; RAMOS, R. de C. A. N. Estudo semiótico de imagens sobre Ligações Químicas em livros didáticos para o 1º ano do Ensino Médio. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 3, n. 1, p. 1-17, 2019.

COUTINHO, L. C. S. **A questão da prática na formação do pedagogo no Brasil: uma análise histórica**. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

DIAS, F. V. **Contribuições de diferentes modalidades de atividades experimentais ao ensino e aprendizagem de Física**. Dissertação (Mestrado em Educação e Docência) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

FERREIRA, S. N. **Atividades experimentais em Química a partir da vivência dos alunos: uma proposta para a experimentação no Ensino Médio**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

FIGUEIRA, M. J. S. **Análise dos princípios de planejamento argumentativo e das condições de promoção da argumentação na formação inicial de professores de Física**, 2020. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2020.

FINELLI, L. A. C. O uso do livro didático e sua evolução na educação brasileira: um olhar sobre o livro de química. *In*: SALES, R. da S. (Org.). **Química: ensino, conceitos e fundamentos - volume 2**. Guarujá, SP: Científica Digital, 2021.

GIORDAN, M. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, v. 10, p. 43-49, 1999.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; AGRASO, M. F.. A argumentação sobre questões sócio-científicas: processos de construção e justificação do conhecimento na sala de aula. **Educ. Rev.**, n. 43, p. 13-34, 2006.

KELLY, G.J.; DUSCHL, R.A. Toward a research agenda for epistemological studies in science education. *In*: Annual **Meeting of the National Association for Research in Science Teaching**, Nova Orleans, Louisiana, EUA. 2002.

- KELLY, G. J. Inquiry, activity, and epistemic practice. *In*: R. DUSCHL, R; GRANDY, R. (Ed.) **Teaching scientific inquiry: recommendations for research and implementation**. Netherlands: Sense Publishers, p. 99 –117, 2008.
- LOPES, A. C. **Currículo e epistemologia**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.
- MACEDO, M. S. A. N.; MORTIMER, E. F. A dinâmica discursiva na sala de aula e a apropriação da escrita. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 72, p. 153-173, 2000.
- MAGALHÃES, M. C. C.; NININ, M. O. G.; LESSA, Â. B. C. T. A dinâmica discursiva na formação de professores: discurso autoritário ou internamente persuasivo. **Bakhtiniana**, v. 9, n. 1, p. 129-147, 2014.
- MELLO, P. S. **O papel de uma atividade de ensino por investigação de imunologia nas aulas de cursos das áreas de ciências biológicas e da saúde**. 2019. Tese (Doutorado em Imunologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.
- MINAYO, M. C. de S. (org). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 26 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. 3 ed. rev. e ampl. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016. *E-book*.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência educ.**, v.12, n. 1, p.117-122, 2006.
- MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**: Bauru, SP, v. 9, n. 2, p. 191-210, 2003.
- MORI, R. C. **Análise de experimentos que envolvem Química presentes nos livros didáticos de Ciências de 1ª a 4ª séries do ensino fundamental avaliados no PNLD/2007**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.
- MORTIMER, E. F. Multivoicedness and univocality in the classroom discourse: an example from theory of matter. **International Journal of Science Education**, v. 20, n. 1, p.67-82, 1998.
- MORTIMER, E. F. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. 1º. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química: ensino médio: volume 2**. 3. ed. São Paulo: Scipione, 2016.
- MORTIMER, E.; HORTA, A.; MATEUS, A.; MUNFORD, D.; FRANCO, F.; MATOS, S.; PANZERA, A.; GARCIA, E.; PIMENTA, M. **Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: Materiais e energia: transformações e conservação**. 1 ed. São Paulo: Scipione, 2020.

MORTIMER, E. F., SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino De Ciências**, v. 7, n. 3, p. 283 - 306, 2002.

MORTIMER, E.F.; SCOTT, P.H. **Meaning making in secondary science classrooms**. Maidenhead: Open University Press, 2003.

NOVAIS, V. L. D. de; ANTUNES, M. T. **Vivá: química: volume 1: ensino médio**. 1 ed. Curitiba: Positivo, 2016.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**. v.12, n.1, p. 139- 156, 2010.

POLYDORO, A. M. **Indicadores de alfabetização científica identificados nas atividades experimentais propostas em livros didáticos de ciências nos anos iniciais**. 2019.Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2019.

PRADO, L. do. **Pressupostos epistemológicos e a experimentação no ensino de Química: o caso de Lavoisier**. 2015. Dissertação (mestrado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquit Filho, Faculdade de Ciências, Bauru, 2015.

REZENDE, B. de P.; SILVA, A. C. A. da. Possibilidades discursivas em atividades experimentais: um estudo dos roteiros investigativos. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 1-23, 2021.

REZENDE, B. de P.; SILVA, A. C. A. da. Análise das atividades experimentais investigativas presentes nos livros didáticos de química. *In: ANAIS DO II ENCONTRO DE ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO*. **Anais [...]**. Belo Horizonte: UFMG, 2020.

REZENDE, B. de P.; SILVA, A. C. A. da . Análise das representações em experimentos químicos de livros didáticos. **Educação em Foco**, v. 27, n. 1, p. 27010, 2022.

REZENDE, B. P.; SILVA, A. C. A. Análise dos livros didáticos de química: um estudo das possibilidades discursivas presentes nos roteiros de atividades experimentais. *In: SILVA, A. C. A. da; MACENO, N. G. (Org.). Proposições e novos olhares ao Ensino de Ciências*. Chapecó: Ed. UFFS, 2022.

ROSA, M. D'A. O programa nacional do livro didático (PNLD) e os livros didáticos de ciências. **REPPE: Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino**, v. 1, n. 2, p. 132-149, 2017.

SANDOVAL, W. A. Students' uses of data as evidence in scientific explanations. *In: Annual Meeting of the American Educational Research Assn*, Seattle, WA. 2001.

- SANDOVAL, W. A. Understanding students' practical epistemologies and their Influence on learning through inquiry. **Wiley Periodicals**, 2005.
- SANTOS, J. C. dos; ALVES, L. F. A.; CORREA, J. J.; SILVA, E. R. L. Análise comparativa do conteúdo Filo Mollusca em livro didático e apostilas do ensino médio de Cascavel, Paraná. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 13, n. 3, p. 311-322, 2007.
- SANTOS, V. T. dos. **Relação entre atividades experimentais e o setor sucroalcooleiro nos livros didáticos de ciências da natureza e suas tecnologias**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Química) - Instituto de Química, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2022.
- SANTIAGO, J. C. R. **Propostas de atividades experimentais no ensino de física e os objetivos educacionais estabelecidos pela Lei de Diretrizes e Bases da educação nacional, LDB/96**. 2011. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) -Universidade de Brasília, Brasília, 2011.
- SCOTT, P. Teacher talk and meaning making in Science classrooms: a Vygotskian analysis and review. **Studies in Science Education**, v. 32, 1998.
- SELLES, S. E. Lugares e culturas na disciplina escolar Biologia: examinando as práticas experimentais nos processos de ensinar e aprender. **Anais do XIV ENDIPE: Trajetórias e processos de ensinar e aprender: práticas e didáticas**. 2008.
- SILVA, A. C.; SOUZA, G.; MORAES, J. Os Livros Didáticos de Química: uma Análise das Atividades Investigativas. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 2, n. 4, p. 1- 9, 2019.
- SILVA, A. C. A. da; REZENDE, B. de P. Análise dos livros didáticos de química: compreendendo os roteiros experimentais de extrato de repolho roxo. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 2, p. 178–193, 2020.
- SILVA, A. da C. T. **Estratégias enunciativas em salas de aula de química: Contrastando professores de estilos diferentes**. 2008. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.
- SILVA, A. C. A. da. **A Dialogia No Ensino De Ciências: Um Estudo Do Desenvolvimento Do Discurso Em Sala De Aula**. 2015. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2015.
- SILVA, J. D. N. da. **Manual de livros didáticos de matemática: uso(s) por professores dos anos finais do ensino fundamental (Aracaju/SE)**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.
- SILVA, M.B. e **A construção de inscrições e seu uso no processo argumentativo em uma atividade investigativa de biologia**. 2015. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

- SOUZA, F. L.; AKAHOSHI, L. H.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. **Atividades experimentais investigativas no ensino de Química**. Grupo de Capacitação Técnica, Pedagógica e de Gestão -Cetec Capacitações, 2013.
- SUART, R. C. A experimentação no Ensino de Química: Conhecimentos e caminhos. In: SANTANA, E.; SILVA, E. **Tópicos em Ensino de Química**. Editora Pedro e João Editores, São Carlos, 2014.
- SUART, R. D. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.
- THOMPSON, M.; RIOS, E. P.; SPINELLI, W.; REIS, H.; SANT'ANNA, B.; NOVAIS, V. L. D. de; ANTUNES, M. T. **Conexões: ciências da natureza e suas tecnologias : manual do professor**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020.
- VIDRIK, E. C. F. **Experiment@: guia didático com abordagem investigativa para o ensino experimental de química**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2016.

**APÊNDICE A - Número de atividades experimentais por capítulos dos Livros Didáticos**

<b>C1: VIVÁ QUÍMICA – PNLD 2018</b>			
<b>CONTAGEM DAS ATIVIDADES DA SEÇÃO “QUÍMICA: PRÁTICA E REFLEXÃO”</b>			
<b>Livro Didático</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Número de atividades da seção</b>	<b>Número de atividades experimentais</b>
<b>Volume 1</b>	Química: que Ciência é essa?	1	1
	Leis das reações químicas e teoria atômica de Dalton	1	1
	Substâncias e Misturas	1	1
	Estruturas atômicas: conceitos fundamentais	0	0
	Classificação periódica dos elementos químicos	0	0
	Ligações químicas: uma primeira abordagem	0	0
	Ácidos, bases e sais	1	1
	Reações químicas: estudo qualitativo	2	2
	Cálculos químicos: uma iniciação	1	1
	Reações de oxirredução	1	1
	Óxidos	1	1
	Gases: importância e propriedades gerais	2	2
	Soluções e dispersões coloidais: aspectos básicos	2	2
	Unidades de concentração	0	0
<b>Volume 2</b>	Concentração das soluções que participam de uma reação química	0	0
	Propriedades coligativas	1	1
	Termoquímica	1	1
	Cinética química	1	1
	Equilíbrios químicos	0	0
	Acidez e basicidade em meio aquoso	1	1
	Solubilidade: equilíbrios heterogêneos	0	0
	Pilhas e baterias	2	2
	Transformação química por ação da eletricidade e cálculos eletroquímicos	1	1
	Estudo da radioatividade, suas aplicações e implicações ambientais	0	0
<b>Volume 3</b>	Desenvolvimento da Química Orgânica	0	0
	Petróleo, gás natural e carvão: fontes de hidrocarbonetos	0	0
	Funções orgânicas oxigenadas	1	1
	Funções nitrogenadas, halogenadas e sulfuradas	0	0
	Isomeria	0	0
	Reações de adição e substituição	0	0
	Outras reações orgânicas	1	1
	Polímeros: obtenção, usos e implicações	0	0
	Nutrição e principais nutrientes	1	1

**C2: QUÍMICA – PNLD 2018**  
**CONTAGEM DAS ATIVIDADES DA SEÇÃO “INVESTIGAÇÃO”**

<b>Livro Didático</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Número de atividades da seção</b>	<b>Número de atividades experimentais</b>
<b>Volume 1</b>	O que é Química?	1	0
	Introdução ao estudo das propriedades específicas dos materiais	6	5
	Materiais: estudo de processos de separação e purificação	2	2
	Aprendendo sobre o lixo urbano	8	2
	Um modelo para os estados físicos dos materiais	5	3
	Modelos para o átomo e uma introdução à tabela periódica	3	2
	Introdução às transformações químicas	4	4
	Quantidades nas transformações químicas	3	1
	Ligações químicas, interações intermoleculares e propriedades dos materiais	1	1
	<b>Volume 2</b>	Soluções e solubilidade	6
Termoquímica: energia nas mudanças de estado físico e nas transformações químicas		5	4
Cinética química: controlando a velocidade das reações químicas		1	1
Uma introdução ao estudo do equilíbrio químico		2	2
Movimento de elétrons: uma introdução ao estudo da eletroquímica		8	7
<b>Volume 3</b>	Propriedades coligativas	4	4
	A química das drogas e dos medicamentos e as funções orgânicas	3	0
	Alimentos e nutrição: química para cuidar da saúde	0	0
	Água nos ambientes urbanos: química para cuidar do planeta	7	5
	Efeito estufa e mudanças climáticas: química para cuidar do planeta	4	3
	Química de materiais recicláveis	5	2

**C3: QUÍMICA SER PROTAGONISTA – PNLD 2018**  
**CONTAGEM DAS ATIVIDADES DA SEÇÃO “ATIVIDADE EXPERIMENTAL”**

<b>Livro Didático</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Número de atividades da seção</b>	<b>Número de atividades experimentais</b>
	Química: objeto de estudo e aplicações	1	0
	Unidades de medida e propriedades da matéria	1	1

<b>Volume 1</b>	Sistemas, substâncias puras e misturas	1	1
	Propriedades e transformações da matéria	1	1
	Modelos atômicos e características dos átomos	1	1
	Classificação dos elementos e tabela periódica	1	0
	Ligações químicas e geometria molecular	1	0
	Estrutura molecular e propriedades dos materiais: forças intermoleculares	1	1
	O comportamento dos gases	0	0
	Reações químicas	1	1
	Funções da química inorgânica	1	1
	Relações entre massas de átomos e moléculas	1	1
	Mol: quantidade de matéria	1	1
	Relações estequiométricas nas transformações químicas	1	1
<b>Volume 2</b>	Dispersões: coloides, suspensões e soluções	1	1
	Propriedades coligativas das soluções	1	1
	A energia e as transformações da matéria	1	1
	A rapidez das reações químicas	1	1
	Fatores que afetam a rapidez das transformações químicas	1	1
	Reações reversíveis e o estado de equilíbrio	1	1
	Equilíbrio em sistemas aquosos e o pH de soluções	1	1
	A força dos ácidos e das bases e a hidrólise de sais	1	1
	Equilíbrios em sistemas heterogêneos	1	1
	Número de oxidação e balanceamento de reações	1	1
	Oxidação em metais: produção de energia e corrosão	1	1
	Eletrólise: energia elétrica gerando transformações químicas	1	1
	A radioatividade e as reações nucleares	1	0
	Carbono e cadeias carbônicas	1	0
	Isomeria: compostos diferentes, mesma composição	1	0
	<b>Volume 3</b>	Hidrocarbonetos	1
Funções oxigenadas		1	1
Funções nitrogenadas		1	1
Funções halogenadas e sulfuradas e compostos organometálicos		1	0
Compostos com mais de um grupo funcional		1	1
Funções orgânicas e isomeria óptica		1	0
Reações envolvendo hidrocarbonetos		1	1
Reações envolvendo funções oxigenadas		1	1
Reações envolvendo funções nitrogenadas, halogenadas e sulfuradas e compostos organometálicos	1	1	
Polímeros naturais e sintéticos	1	1	

O ser humano e o meio ambiente	1	1
--------------------------------	---	---

**C4: QUÍMICA - CISCATO, PEREIRA, CHEMELLO E PROTI – PNLD 2018  
CONTAGEM DAS ATIVIDADES DA SEÇÃO “ATIVIDADE PRÁTICA”**

<b>Livro Didático</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Número de atividades da seção</b>	<b>Número de atividades experimentais</b>
<b>Volume 1</b>	As transformações químicas e os alimentos	1	1
	Conceito e representação de transformações químicas	0	0
	A conservação da massa nas transformações químicas	0	0
	A proporção das massas nas transformações químicas	0	0
	Estudo da densidade	1	1
	Estudo da volatilidade e das temperaturas de fusão e ebulição	1	1
	Estudo da solubilidade dos materiais	0	0
	Estudo dos processos de separação de misturas	0	0
	Os átomos e os elementos químicos	0	0
	Uma das ferramentas mais importantes da química: a tabela periódica	0	0
	As ligações químicas: como relacionar modelos da estrutura da matéria e as propriedades dos diferentes materiais?	1	1
	Geometria molecular	0	0
	Formas de avaliar o caráter ácido ou básico de soluções aquosas	1	1
	O comportamento ácido-base segundo Arrhenius	0	0
	As reações de neutralização e as características dos sais	0	0
	Os óxidos e o pH de suas soluções aquosas	0	0
	Interpretação das transformações químicas em nível submicroscópico e suas representações	0	0
	Ideias de Avogadro e o estudo da quantidade de matéria	0	0
	Estudo do cálculo estequiométrico	0	0
	Cálculos estequiométricos e o sistema produtivo: rendimento de reações, pureza e excesso de reagentes	1	1
	Obtenção do gás oxigênio a partir do ar atmosférico e as interações intermoleculares	1	1
	O gás oxigênio e os processos metabólicos: estudo de misturas com componentes gasosos	0	0
	A lei dos gases ideais e os cálculos estequiométricos envolvendo substâncias gasosas	0	0

	Como obter água potável a partir de água doce	0	0
	As principais formas de expressar as concentrações dos solutos nas soluções	1	1
	Controle de acidez das águas	0	0
	Obtendo água doce a partir de outras fontes	0	0
	Avaliando o poder calorífico de diferentes combustíveis	1	1
	Variação de entalpia ( $\Delta H$ ) de uma transformação	0	0
	Calculando a variação de entalpia ( $\Delta H$ ) de uma reação a partir das entalpias de formação e pela lei de Hess	0	0
	Cálculo da variação de entalpia ( $\Delta H$ ) a partir das energias de ligação	0	0
<b>Volume 2</b>	Ocorrência de fenômenos espontâneos de oxidação e redução	0	0
	Potenciais padrão de redução	0	0
	Funcionamento das pilhas e baterias e maneiras de evitar ou retardar a corrosão	1	1
	Eletrólise	0	0
	Quantificando a rapidez de uma reação química	0	0
	Modelos explicativos e os fatores que alteram a rapidez de uma reação	1	1
	Catalisadores	0	0
	Lei cinética de reação	0	0
	Reações reversíveis e o equilíbrio químico	0	0
	Reações reversíveis e seus aspectos quantitativos	1	1
	O pH de uma solução e a hidrólise salina	0	0
	O produto de solubilidade	0	0
	Fontes fósseis de hidrocarbonetos	0	0
	Representações e classificações dos compostos orgânicos	0	0
	Hidrocarbonetos	0	0
	Polímeros sintéticos	1	1
	Fermentação alcoólica e oxidação alcoólica	1	1
	A síntese do biodiesel	0	0
	A energia nuclear	0	0
<b>Volume 3</b>	Compostos nitrogenados presentes em medicamentos	0	0
	Isomeria óptica e talidomida	1	1
	Reações envolvendo o anel benzênico	0	0
	Medicina nuclear	0	0
	Os triglicerídeos na alimentação e as gorduras trans	0	0
	Os ácidos graxos ômega-3 e o colesterol	0	0
	A bile e os detergentes sintéticos	1	1

Os lipídios e as vitaminas na alimentação	1	1
Os carboidratos na alimentação	0	0
As proteínas são poliamidas	0	0
Mais polímeros sintéticos, seus usos e implicações ambientais	0	0

**C5: QUÍMICA – PNLD 2018**  
**CONTAGEM DAS ATIVIDADES DA SEÇÃO “EXPERIMENTO”**

<b>Livro Didático</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Número de atividades da seção</b>	<b>Número de atividades experimentais</b>
<b>Volume 1</b>	O estudo da química e as grandezas físicas	1	1
	Propriedades da matéria	2	2
	Substâncias e Misturas	0	0
	Transformações da matéria	2	2
	Notações químicas	1	1
	Eletricidade e radioatividade	1	1
	Modelo básico do átomo e a lei periódica	0	0
	Ligações covalentes e forças intermoleculares	1	1
	Compostos orgânicos	0	0
	Ligação iônica e compostos inorgânicos	1	1
<b>Volume 2</b>	Metais e oxirredução	0	0
	Teoria cinética dos gases	1	1
	Misturas gasosas	1	1
	Cálculo estequiométrico	0	0
	Estudo das soluções	1	1
	Propriedades coligativas	1	1
	Reações exotérmicas e endotérmicas	1	1
	Cinética química	1	1
	Equilíbrios moleculares	0	0
	Equilíbrios iônicos, pH e Kps	1	1
<b>Volume 3</b>	Pilhas e baterias	1	1
	Eletrólise	1	1
	Conceitos básicos e nomenclatura	0	0
	Hidrocarbonetos e haletos orgânicos	1	1
	Petróleo, hulha e madeira	0	0
	Funções oxigenadas e nitrogenadas	0	0
	Isomeria constitucional e estereoisomeria	1	1
	Reações de substituição	0	0
	Reações de adição e reações orgânicas	0	0
	Polímeros sintéticos	1	1
Introdução à bioquímica	0	0	
Carboidratos e proteínas	0	0	
Leis da radioatividades e energia nuclear	0	0	

**C6: QUÍMICA CIDADÃ – PNLD 2018**  
**CONTAGEM DAS ATIVIDADES DA SEÇÃO “ATIVIDADE EXPERIMENTAL”**

<b>Livro Didático</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Número de atividades da seção</b>	<b>Número de atividades experimentais</b>
<b>Volume 1</b>	Substâncias e suas transformações	2	2
	Materiais e processos de separação	4	4
	Química e ciência	3	3
	Do atomismo aos modelos atômicos	2	2
	Classificação dos elementos químicos	0	0
	Ligações químicas	1	1
	Substâncias: interações e propriedades	2	2
<b>Volume 2</b>	Unidades de medida da química	1	1
	Cálculos químicos: estequiometria e soluções	3	3
	Classes de substâncias: funções orgânicas, ácidos, bases e sais	1	1
	Cinética química	2	2
	Equilíbrio químico	1	1
	Termoquímica	0	0
<b>Volume 3</b>	A química orgânica e o petróleo	0	0
	Alimentos e substâncias orgânicas	1	1
	Isomeria, nomenclatura orgânica e química dos fármacos, das drogas e dos cosméticos	0	0
	Propriedades das substâncias orgânicas, síntese química e polímeros	1	1
	Oxirredução e eletroquímica	2	2
	Modelo quântico	0	0

**C7: MATÉRIA, ENERGIA E VIDA: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINA – PNLD 2021**

**CONTAGEM DAS ATIVIDADES DA SEÇÃO “INVESTIGAÇÃO”**

<b>Livro Didático</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Número de atividades da seção</b>	<b>Número de atividades experimentais</b>
<b>Materiais, luz e som: modelos e propriedades</b>	A constituição dos materiais	3	3
	O surgimento da tabela periódica, o modelo quântico de Bohr e níveis de energia	3	1
	Modelo quântico para os átomos e a tabela periódica moderna	1	0
<b>Origens: o universo, a terra e a vida</b>	-	-	-
<b>Evolução, biodiversidades e sustentabilidade</b>	-	-	-
	Introdução às transformações químicas	2	2
	A massa muda? Conservação da matéria	1	1

<b>Materiais e energia: transformações e conservação</b>	Evitando desperdício nas reações: Química Verde	5	1
	Ligações químicas e interações entre átomos	4	2
	Interações intermoleculares	2	2
	Armazenando energia elétrica	5	4
<b>O mundo atual: questões sociocientíficas</b>	Água em ambientes naturais e urbanos: usando a ciência para cuidar do planeta	4	2
	Aquecimento global: discutindo uma questão sociocientífica	1	0
	Impactos humanos nos ciclos do nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre	2	0
<b>Desafios contemporâneos das juventudes</b>	Analisando a composição e a ação do cigarro e das bebidas alcoólicas	2	1
	Conversando sobre drogas e medicamentos	1	1
	Alimentos e substâncias para manter a saúde e o bem-estar	1	0
	Termoquímica dos alimentos	1	1
	Bioenergética nutricional	2	1

**C8: MULTIVERSOS: CIÊNCIAS DA NATUREZA – PNLD 2021  
CONTAGEM DAS ATIVIDADES DA SEÇÃO “OFICINA CIENTÍFICA”**

<b>Livro Didático</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Número de atividades da seção</b>	<b>Número de atividades experimentais</b>
<b>Matéria, energia e vida</b>	Estados físicos da matéria	0	0
	Substâncias e misturas	0	0
	Átomos	0	0
	Elementos químicos e tabela periódica	0	0
	Ligações químicas	0	0
	Interações Intermoleculares	0	0
	Funções e reações químicas	0	0
<b>Ciência, tecnologia e cidadania</b>	Princípios de radioatividade	0	0
	Reações nucleares	0	0
	Radioatividades e suas aplicações	0	0
<b>Ciência, sociedade e ambiente</b>	Química ambiental	0	0
	Fundamentos de Química orgânica	0	0
	Reações orgânicas	0	0
	Bioquímica	0	0
	Termoquímica - reações exotérmicas e endotérmicas	1	1
<b>Movimentos e equilíbrios na natureza</b>	Cinética Química	1	1
	Mol e o cálculo estequiométrico	0	0
	Soluções	0	0
	Equilíbrio Químico	0	0

<b>Origens</b>	Ciclo estelar e formação dos elementos químicos	0	0
<b>Eletricidade na sociedade e na vida</b>	Fontes de energia não renováveis	0	0
	Oxidação, redução e corrosão	0	0
	Pilhas	0	0
	Eletrólise	0	0

**C9: CONEXÕES: CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS – PNLD 2021  
CONTAGEM DAS ATIVIDADES DA SEÇÃO “ATIVIDADE PRÁTICA”**

<b>Livro Didático</b>	<b>Capítulo/Tema</b>	<b>Número de atividades da seção</b>	<b>Número de atividades experimentais</b>
<b>Saúde e tecnologia</b>	Gases e cálculos químicos: importância para a vida	1	1
	Algumas substâncias utilizadas na área da saúde	0	0
<b>Terra e equilíbrios</b>	Equilíbrios químicos	1	1
	A vida: origem e as moléculas orgânicas	0	0
<b>Matéria e energia</b>	O mundo que nos cerca: do que a matéria é feita	0	0
	As transformações ao nosso redor	1	1
<b>Conservação e transformação</b>	Transformações da matéria e calor	1	1
	Compostos diferentes com a mesma fórmula molecular	0	0
<b>Universo, materiais e evolução</b>	Polímeros: obtenção, usos e implicações	1	1
	A velocidade das transformações químicas	1	1
<b>Energia e ambiente</b>	Geradores de energia portáteis	2	2
	Impactos ambientais	0	0

**C10: DIÁLOGO: CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS – PNLD 2021  
CONTAGEM DAS ATIVIDADES DA SEÇÃO “INVESTIGUE”**

<b>Livro Didático</b>	<b>Capítulo/Tema</b>	<b>Número de atividades da seção</b>	<b>Número de atividades experimentais</b>
<b>O universo da ciência e a ciência do universo</b>	A Ciência Moderna	0	0
	Organizando a matéria	1	1
	Organização dos elementos químicos	0	0
	Substâncias e misturas	0	0
<b>Ser humano: origem e funcionamento</b>	Datação de fósseis	0	0
	Equilíbrio químico e a saúde bucal	1	0
	Equilíbrio iônico e pH	0	0
	Hidrólise salina e produto de solubilidade	0	0

<b>Ser humano e meio ambiente: relações e consequências</b>	Ácidos, bases e sais	1	1
	Óxidos	0	0
	Cinética Química	1	1
	Polímeros	0	0
<b>Terra: Um sistema dinâmico de matéria e energia</b>	Estados de agregação da matéria	0	0
	Transformações da matéria	1	1
	Quantidade de matéria	1	1
	Termoquímica	0	0
<b>Energia e sociedade: uma reflexão necessária</b>	Eletroquímica	1	1
	Eletrólise	1	0
	Radioatividade	0	0
	Aplicações da radioatividade	0	0
<b>Vida na Terra: como é possível?</b>	A união dos átomos	1	1
	As interações entre as moléculas	0	0
	Funções orgânicas I	0	0
	Funções orgânicas II	0	0

**C11: MODERNA PLUS – PNLD 2021  
CONTAGEM DAS ATIVIDADES DA SEÇÃO “ATIVIDADE PRÁTICA”**

<b>Livro Didático</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Número de atividades da seção</b>	<b>Número de atividades experimentais</b>
<b>Humanidade e ambiente</b>	Coexistência de reagentes e produtos: equilíbrio química	0	0
	Acidez e basicidade de soluções aquosas	0	0
	Algumas aplicações da escala de pH	0	0
	Ácidos e bases na química orgânica	0	0
<b>Universo e evolução</b>	Classes funcionais orgânicas	0	0
	Isomeria	0	0
	Radioatividade	0	0
	Origem dos elementos químicos	0	0
<b>Ciência e Tecnologia</b>	Pilhas e baterias (celas galvânicas)	0	0
	Oxidantes e redutores	0	0
	Eletrólise	0	0
<b>Água e vida</b>	Geometria molecular e interações intermoleculares	0	0
	Compostos inorgânicos	1	1
	Concentração de soluções	1	1
	Solubilidade e precipitação	0	0
<b>O conhecimento científico</b>	Elementos, substâncias e reações químicas	2	2
	Modelos atômicos e tabela periódica	1	1
	Ligações químicas interatômicas	0	0
	Fundamentos dos compostos orgânicos	0	0

<b>Matéria e energia</b>	Quantidade de matéria e mol	0	0
	Proporção nas reações químicas: estequiometria	0	0
	Termoquímica, petróleo e combustíveis	0	0
	Cinética química	0	0

**C12: CIÊNCIAS DA NATUREZA: LOPES E ROSSO – PNL D 2021  
CONTAGEM DAS ATIVIDADES DA SEÇÃO “PRÁTICA INVESTIGATIVA”**

<b>Livro Didático</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Número de atividades da seção</b>	<b>Número de atividades experimentais</b>
<b>Poluição e movimento</b>	Reações de combustão e estequiometria	0	0
	Combustíveis fósseis e chuva ácida	0	0
	Substâncias que afetam a prática esportiva	0	0
<b>Mundo tecnológico e Ciências aplicadas</b>	Corrosão	0	0
	O mundo em escala nanométrica	0	0
	Adulteração de combustíveis, alimentos e bebidas	0	0
	Técnicas de separação de misturas e análise química	0	0
<b>Evolução e universo</b>	A formação dos átomos	0	0
	Metais e seus minérios	0	0
	Processos metalúrgicos extrativos	0	0
<b>Energia e consumo sustentável</b>	Termoquímica	0	0
	Oxirredução	1	1
	Materiais renováveis, recicláveis e biodegradáveis	0	0
	Pilhas e baterias comerciais	0	0
<b>Água, agricultura e uso da terra</b>	Água potável: parâmetros físico-químicos	0	0
	Água potável: métodos de obtenção	0	0
	Cinética química e a conservação de alimentos	1	1
	Equilíbrio químico e a produção de fertilizantes nitrogenados	0	0
	Estrutura espacial e atividade biológica - estereoisomeria	1	1
<b>Corpo humano e vida saudável</b>	Reatividade de compostos orgânicos	0	0
	Nutrientes e aditivos alimentares	1	1
	Equilíbrio químicos e sistema-tampão	0	0

<b>C13: SER PROTAGONISTA – PNL D 2021</b>			
<b>CONTAGEM DAS ATIVIDADES DA SEÇÃO “PRÁTICAS DE CIÊNCIAS”</b>			
<b>Livro Didático</b>	<b>Capítulo/Tema</b>	<b>Número de atividades por seção</b>	<b>Número de atividades experimentais</b>
<b>Composição e estrutura dos corpos</b>	Ligações químicas	1	1
	Relações entre massas de átomos e moléculas	1	1
	Quantidade de matéria	1	0
<b>Energias e transformações</b>	-	-	-
<b>Ambiente e ser humano</b>	Ciclos biogeoquímicos	1	1
	Funções inorgânicas	1	1
	Funções orgânicas	1	1
<b>Viva, saúde e genética</b>	-	-	-
<b>Evolução, tempo e espaço</b>	-	-	-
<b>Matéria e transformações</b>	Contando átomos e moléculas	2	1
	Reações químicas na natureza e no sistema produtivo	2	2
	Estado de equilíbrio	1	1
	Equilíbrio ácido-base	1	0