



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

PAULO DOS SANTOS NORA

**AÇÕES DOCENTES RELACIONADAS ÀS PRÁTICAS  
CIENTÍFICAS EM AULAS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

Londrina  
2023

---

PAULO DOS SANTOS NORA

**AÇÕES DOCENTES RELACIONADAS ÀS PRÁTICAS  
CIENTÍFICAS EM AULAS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Fabiele Cristiane Dias Broietti

Londrina  
2023

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL.**

Dos Santos Nora, Paulo.

AÇÕES DOCENTES RELACIONADAS ÀS PRÁTICAS CIENTÍFICAS EM AULAS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO / Paulo Dos Santos Nora. - Londrina, 2023.  
162 f.

Orientador: Fabiele Cristiane Dias Broietti.

Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2023.

Inclui bibliografia.

1. Formação inicial - Tese. 2. Práticas Científicas - Tese. 3. Ações docentes - Tese. 4. Química - Tese. I. Cristiane Dias Broietti, Fabiele . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

CDU 37

PAULO DOS SANTOS NORA

## **AÇÕES DOCENTES RELACIONADAS ÀS PRÁTICAS CIENTÍFICAS EM AULAS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Profa. Dra. Fabiele Cristiane Dias  
Broietti  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. João Paulo Camargo de Lima  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná –  
UTFPR – Campus Londrina

---

Profa. Dra. Natany Dayani de Souza Assaí  
Universidade Federal Fluminense – UFF –  
Campus Volta Redonda

---

Profa. Dra. Marinez Meneghello Passos  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. Sergio de Mello Arruda  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 29 de agosto de 2023.

*Dedico este trabalho à minha família, que me ensinou a ser quem sou, a questionar e buscar respostas que me fazem crescer, e pelo apoio nas dificuldades encontradas neste caminho.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, que possibilitou a minha existência e me concedeu força nos momentos em que eu acreditava que a minha já não era suficiente.

Agradeço à minha família, que me fez conhecer o mundo e ensinou-me a enxergar as coisas que são essenciais à minha vida por meio de palavras, conselhos, e em especial pela convivência que me possibilitou sentir o mundo à minha maneira, com suas qualidades e defeitos.

Agradeço à minha orientadora, Fabiele Cristiane Dias Broietti, pelas inúmeras contribuições para a realização desta pesquisa, pela confiança, pela atenção, pela oportunidade de trabalhar ao seu lado e por me conduzir para a realização desta tese.

Ao professor Sérgio de Mello Arruda, que por meio de perguntas intrigantes, de falas objetivas na qualificação e de esquemas com sugestões possíveis para a defesa, possibilitou-me repensar a organização da escrita da tese, e assim trilhar um caminho mais seguro para a defesa.

À professora Marinez Meneghello Passos pelos apontamentos minuciosos ocorridos na versão de qualificação e pelas sugestões dadas para a defesa, proporcionando-me avaliar a qualidade do texto escrito, e também pela contribuição para a minha formação acadêmica, ampliando minha visão como pesquisador.

Aos professores João Paulo Camargo de Lima e Natany Dayani de Souza Assaí, companheiros do grupo de pesquisa e que se dispuseram a estar presentes em minha banca, agradeço pelas contribuições feitas na qualificação para que eu pudesse entregar uma pesquisa que realmente evidenciasse o seu potencial.

Aos amigos e companheiros de trabalho pela companhia nos diversos momentos de minha vida, nas correrias, nas lamentações e nas alegrias que, graças a Deus, foram mais frequentes; por fim, pelas dicas, pelas conversas e pela companhia que fizeram este momento de aprendizagem e de luta passar de forma mais tranquila e produtiva.

*“Façamos da interrupção, um caminho novo. Da queda, um passo de dança. Do medo uma escada. Do sonho uma ponte. Da procura um encontro”.*

Fernando Sabino

NORA, Paulo Dos Santos. **Ações docentes relacionadas às Práticas Científicas em aulas de química no Ensino Médio**. 2023. 162 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2023.

## RESUMO

Neste estudo são apresentados resultados de uma investigação em que se buscou caracterizar as Práticas Científicas por meio da descrição das ações docentes observadas na execução de aulas de Química ministradas por licenciandos em situação remota. Os dados foram coletados em uma disciplina ministrada para estudantes do segundo ano do curso de licenciatura em Química, voltada à elaboração e desenvolvimento de oficinas temáticas para alunos da Educação Básica. A disciplina foi ministrada no formato remoto por conta da pandemia do Coronavírus. Parte da disciplina foi realizada de forma síncrona e parte de forma assíncrona, mediante o estudo e discussão de textos que fundamentaram o planejamento e a execução de oficinas temáticas. A questão norteadora da investigação foi: Quais ações docentes são evidenciadas em aulas de Química ministradas por licenciandos no Ensino Médio e quais delas estão relacionadas com as PC? Para tal, foram selecionados como corpus da investigação os vídeos das regências realizadas por dois grupos de licenciandos. Mediante as análises das ações e microações observadas nas aulas, evidenciamos 22 ações docentes nas aulas do grupo 01 e 20 ações docentes nas aulas do grupo 02. Desse conjunto de ações, 11 delas apresentaram microações relacionadas às Práticas Científicas, a saber: A PC1 – Fazer perguntas, pode ser caracterizada pela ação perguntar; a PC2 – Desenvolver e usar modelos, pelas ações apresentar, comentar, demonstrar, descrever e explicar; a PC3 – Planejar e realizar investigações, pelas ações comentar, demonstrar, descrever e explicar; a PC4 – Analisar e interpretar dados, pelas ações analisar, identificar e interpretar; a PC5 – Utilizar matemática e o pensamento computacional, pelas ações calcular, comentar, escrever e explicar; a PC6 – Construir explicações, a PC7 – Argumentar a partir de evidências e a PC8 – Obter, avaliar e comunicar a informação, pela ação explicar com diferentes microações. A análise das regências evidenciou que uma mesma prática científica pode estar relacionada a mais de uma ação, o que é especificado pela microação. As estratégias de ensino e os recursos adotados pelo licenciando podem favorecer um maior ou menor número de ações e, conseqüentemente, sua relação com as PC. Os dados reforçam ainda que, na prática docente, pode-se evidenciar outras ações além daquelas relacionadas às Práticas Científicas, caracterizadas em situações na qual o docente estabelece relações pessoais ou sociais com os alunos ou com o conteúdo proposto, por meio da gestão de conteúdo ou da classe.

**Palavras-chave:** Formação inicial. Práticas Científicas. Ações docentes. Química. Ensino Remoto



NORA, Paulo Dos Santos. **Teacher actions related to Scientific Practices in High School chemistry classes**. 2023. 162 p. Doctoral dissertation (Postgraduate Program in Science Teaching and Mathematics Education ) – State University of Londrina, Londrina. 2023.

### **ABSTRACT**

This study presents the results of an investigation in which we sought to characterize Scientific Practices through the description of teaching actions observed in the execution of Chemistry classes taught by undergraduate students in a remote situation. The data were collected in a course taught to second-year students of the Chemistry degree course, focused on the elaboration and development of thematic workshops for Basic Education students. The course was taught remotely due to the Coronavirus pandemic. Part of the discipline was carried out synchronously and part asynchronously, through the study and discussion of texts that supported the planning and execution of thematic workshops. The guiding question of the investigation was: What teaching actions are evidenced in Chemistry classes taught by undergraduates and which of them are related to CP? To this end, videos of classes performed by undergraduates were selected as the research corpus. Through the analysis of the actions and micro-actions observed in classes, we highlighted 22 teaching actions in group 01 classes and 20 teaching actions in group 02 classes. Of this set of actions, 11 of them presented micro-actions related to Scientific Practices, namely: PC1 – Asking questions can be characterized by the action asking; PC2 – Develop and use models, through the actions of presenting, commenting, demonstrating, describing, and explaining; PC3 – Plan and carry out investigations, through the actions commenting, demonstrating, describing and explaining; PC4 – Analyze and interpret data, through the actions analyze, identify and interpret; PC5 – Use mathematics and computational thinking, through the actions of calculating, commenting, writing and explaining; PC6 – Construct explanations, PC7 – Argue based on evidence and PC8 – Obtain, evaluate and communicate information, through the action of explaining with different micro-actions. The analysis of the actions showed that the same scientific practice can be related to more than one action specified by the microaction. The teaching strategies and resources adopted can favor a greater or lesser number of actions and, consequently, their relationship with CP. The data also reinforces that, in teaching practice, other actions can be highlighted in addition to those related to Scientific Practices, characterized by situations in which the teacher establishes personal or social relationships with students or with the proposed content, through management of content or class.

**Keywords:** Initial formation. Scientific Practices. Teacher actions. Chemistry. Remote teaching.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b>	– Triângulo didático pedagógico	29
<b>Figura 2</b>	– Atividades realizadas nas fases I e II	67
<b>Figura 3</b>	– Esquema da pilha cobre/prata	89
<b>Figura 4</b>	– Simulação da pilha de prata e cobre	90
<b>Figura 5</b>	– Experimento da pilha de limão com valor de ddp	92
<b>Figura 6</b>	– Esquema da pilha de Daniell	93
<b>Figura 7</b>	– Esquema da pilha cobre e zinco no simulador	94
<b>Figura 8</b>	– Mecanismo de corrosão do ferro a partir da gota de água	94
<b>Figura 9</b>	– Exercício de pilha prata/magnésio com escritas do licenciando	95
<b>Figura 10</b>	– Analogia do cabo de guerra utilizada na aula	96
<b>Figura 11</b>	– Semirreações do zinco e do cobre	100
<b>Figura 12</b>	– Tabela de potencial padrão de redução com a fórmula de ddp	103
<b>Figura 13</b>	– Tabela de potencial padrão de redução	104
<b>Figura 14</b>	– Representação genérica de uma pilha galvânica	106
<b>Figura 15</b>	– Representação das estruturas moleculares dos macronutrientes	124
<b>Figura 16</b>	– Materiais e reagentes utilizados no experimento	125
<b>Figura 17</b>	– Imagens do experimento na aula do grupo 02	126
<b>Figura 18</b>	– Slide com a imagem de rótulos e a pergunta da problematização	133
<b>Figura 19</b>	– Ações ocorridas nas aulas do grupo 01 e suas relações com as PC e os recursos didáticos utilizados	138
<b>Figura 20</b>	– Ações ocorridas nas aulas do grupo 02 e suas relações com as PC e os recursos didáticos utilizados	140

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b>	– Práticas Científicas e suas descrições	39
<b>Quadro 2</b>	– Características da PC1 nas diferentes etapas de ensino	41
<b>Quadro 3</b>	– Características da PC2 nas diferentes etapas de ensino	43
<b>Quadro 4</b>	– Características da PC3 nas diferentes etapas de ensino	45
<b>Quadro 5</b>	– Características da PC4 nas diferentes etapas de ensino	47
<b>Quadro 6</b>	– Características da PC5 nas diferentes etapas de ensino	49
<b>Quadro 7</b>	– Características da PC6 nas diferentes etapas de ensino	51
<b>Quadro 8</b>	– Características da PC7 nas diferentes etapas de ensino	53
<b>Quadro 9</b>	– Características da PC8 nas diferentes etapas de ensino	55
<b>Quadro 10</b>	– As Práticas Científicas, os verbos identificados e suas descrições	57
<b>Quadro 11</b>	– Verbos que contribuem na caracterização das Práticas Científicas	63
<b>Quadro 12</b>	– Grupos e temas das oficinas	69
<b>Quadro 13</b>	– Resumo da coleta de informações	70
<b>Quadro 14</b>	– Documentos que constituem o <i>corpus</i> da pesquisa	73
<b>Quadro 15</b>	– Encaminhamento metodológico adotado pelos licenciandos para as aulas do grupo 01	77
<b>Quadro 16</b>	– Exemplos de ações docentes e microações identificadas nas aulas do grupo 01 que não estão relacionadas com as PC	79
<b>Quadro 17</b>	– Ações docentes e microações identificadas nas aulas do grupo 01, bem como as PC relacionadas	84
<b>Quadro 18</b>	– Práticas Científicas e ações docentes identificadas nas aulas do grupo 01, e a descrição geral de sua ocorrência	110
<b>Quadro 19</b>	– Encaminhamento metodológico adotado pelas licenciandas para as aulas do grupo 02	112
<b>Quadro 20</b>	– Exemplos de ações docentes e microações identificadas nas aulas do grupo 02 que não estão relacionadas com as PC	113
<b>Quadro 21</b>	– Ações docentes e microações identificadas nas aulas do grupo 02, bem como as PC relacionadas	119

<b>Quadro 22</b>	– Práticas Científicas e ações docentes identificadas nas aulas do grupo 02, e a descrição geral de sua ocorrência	136
<b>Quadro 23</b>	– As PC e as ações docentes identificadas nas aulas dos grupos 01 e 02	137
<b>Quadro 24</b>	– Ações docentes, microações e as PC relacionadas nas aulas dos grupos 01 e 02	145

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DAC	Dimensões da Aprendizagem Científica
EC	<i>European Commission</i>
EDUCIM	Grupo de Pesquisa em Educação em Ciências e Matemática
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FAC	Focos da Aprendizagem Científica
FAD	Focos da Aprendizagem Docente
NGSS	<i>Next Generation Science Standards</i>
NRC	<i>National Research Council</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OECD	<i>Organization for Economic Cooperation and Development</i>
PC	Práticas Científicas
PECEM	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática
PISA	<i>Programme for International Student Assessment</i>

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>1      CAPÍTULO 1 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>22</b>
1.1    FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA .....	22
1.2    AÇÃO DOCENTE NO CONTEXTO DO EDUCIM .....	26
1.3    PRÁTICAS CIENTÍFICAS: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES.....	32
1.3.1  PC1 – Fazer perguntas.....	40
1.3.2  PC2 – Desenvolver e utilizar Modelos .....	42
1.3.3  PC3 – Planejar e realizar investigações .....	44
1.3.4  PC4 – Analisar e interpretar dados.....	46
1.3.5  PC5 – Utilizar matemática e o pensamento Computacional.....	48
1.3.6  PC6 – Construir explicações .....	50
1.3.7  PC7 – Argumentar a partir de Evidências.....	52
1.3.8  PC8 – Obter, avaliar e comunicar a informação .....	54
1.3.9  Práticas Científicas: algumas considerações mediante as ações docentes	56
<b>2      CAPÍTULO 2 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>65</b>
2.1    CONTEXTO DA PESQUISA E A COLETA DAS INFORMAÇÕES .....	65
2.2    ABORDAGEM QUALITATIVA .....	71
2.2.1  Análise de Conteúdo .....	72
<b>3      CAPÍTULO 3 – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DAS REGÊNCIAS.....</b>	<b>76</b>
3.1    REGÊNCIA DO GRUPO 01 – PILHAS .....	76
3.1.1  Detalhamento da aula.....	76
3.1.2  Ações docentes identificadas nas aulas ministradas pelo grupo 01 e as PC relacionadas .....	78
3.2    REGÊNCIA DO GRUPO 02 – ENERGIA DOS ALIMENTOS .....	111
3.2.1  Detalhamento das aulas .....	111
3.2.2  Ações docentes identificadas nas aulas ministradas pelo grupo 02 e as PC relacionadas .....	113

3.3	COMENTÁRIOS ACERCA DAS AÇÕES E MICROAÇÕES DOCENTES.....	
	DOS GRUPOS 01 E 02 E AS PC .....	137
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	149
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	155

## APRESENTAÇÃO

Falar de si mesmo nem sempre é fácil. O que seria relevante relatar neste momento acadêmico importante da minha vida, a finalização de uma tese, que possivelmente marcará de forma positiva a minha vida, tanto pessoal quanto academicamente?

Para isso, resolvi rever a apresentação realizada na minha dissertação de mestrado, defendida no ano de 2017. Naquele momento, contei um pouco sobre mim: da minha composição familiar, a riquíssima convivência com meus irmãos, irmãs e pais; um pouco da experiência escolar, que me possibilitou reflexões acerca de aspectos voltados para o ensino e a aprendizagem; da relação entre alunos e professores; da minha religiosidade, que moldou significativamente minha forma de pensar e agir diante de muitas situações e contextos; e, por fim, minha experiência profissional, como professor de Química do Ensino Médio.

Ao longo da minha formação profissional, concluí algumas especializações, mas quando ministrei aulas no Ensino Superior, para o curso de Licenciatura em Química, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Apucarana, ao conversar com alguns docentes, colegas de trabalho, senti a necessidade e a importância em dar prosseguimento à minha formação acadêmica. Desta maneira, almejei fazer o mestrado e, no ano de 2015, ingressei no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM), na Universidade Estadual de Londrina (UEL).

Neste momento em que escrevo minha tese de doutoramento, mencionarei outros fatos relevantes que justificam o motivo da minha escolha pelo tema desta investigação.

Sou professor de Química desde o ano de 2007, atuando no Ensino Médio em escolas da rede pública do estado do Paraná. Em 2010 realizei uma especialização na UEL e defendi a monografia intitulada “Reações químicas: o nível representacional e fenomenológico de alunos no Ensino Médio”; em 2013, concluí uma outra especialização, em psicopedagogia, com a monografia intitulada “Indisciplina: causas e possíveis intervenções”; em 2017, finalizei o mestrado, com a



dissertação intitulada “As dimensões da aprendizagem científica em questões do PISA<sup>1</sup> que abordam conteúdos químicos”.

Neste percurso formativo, meu currículo acadêmico foi acrescido pelas conclusões de cada uma das etapas acima mencionadas, que somadas a algumas publicações, proporcionavam-me grande aprendizagem docente e experiência como pesquisador. Essas aprendizagens influenciaram-me na forma como escrevo, no meu falar, e também em meu agir, tanto em sala de aula quanto na minha vida pessoal. Ou seja, sou uma pessoa com uma história de vida, com relações em distintos ambientes, sendo um deles a escola. Neste local sou um professor e também um pesquisador que busca investigar a própria prática e, a partir dela, refletir sobre as ações realizadas.

Na continuidade, descrevo os caminhos que me conduziram ao tema e aos referenciais desenvolvidos nesta pesquisa, em especial para fundamentar o conceito de Práticas Científicas, adotado nesta investigação<sup>2</sup>. Assim, proponho-me a relatar um pouco desta história.

Inicialmente, retomando meus e-mails, o primeiro arquivo que recebi da minha orientadora com o documento do NRC (2012)<sup>3</sup> está datado de junho de 2015, três meses após iniciar o meu mestrado. Para compreendermos melhor os movimentos que levaram ao estudo deste referencial e suas implicações nesta pesquisa, trago relatos de uma reunião com a minha orientadora.

Na defesa de doutorado da minha orientadora, em 2013, que abordava o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), o vestibular da UEL e o ensino de Química, um dos membros participantes na banca – pertencente ao grupo EDUCIM –, sugeriu que, em pesquisas futuras, as questões desses exames fossem analisadas

---

<sup>1</sup> Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), tradução de *Programme for International Student Assessment*, é um estudo comparativo internacional realizado a cada três anos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

<sup>2</sup> Justifico tal posicionamento, pois em uma reunião do grupo de pesquisa de que faço parte – EDUCIM (Educação em Ciências e Matemática) –, realizada em maio de 2022, após a apresentação dos resultados de pesquisa de uma aluna do mestrado, que também investigava as Práticas Científicas, foi comentado que ainda faltava um histórico do tema de investigação, em consonância ao que se tem trabalhado no grupo EDUCIM, em especial às pesquisas que vêm sendo orientadas pela profa. Dra. Fabiele Cristiane Dias Broietti.

<sup>3</sup> O NRC (2012) é um documento norte americano que aborda a educação em ciências a partir de três grandes dimensões: as Práticas Científicas, os Conceitos Transversais e as Ideias Centrais Disciplinares. Discutiremos um pouco mais a respeito deste documento e de uma das dimensões, no capítulo da Fundamentação Teórica.

a partir dos Focos da Aprendizagem Científica<sup>4</sup> (FAC) (Arruda; Passos; Fregolente, 2012), um instrumento de análise da aprendizagem científica, proposto por integrantes do grupo EDUCIM. Com o ingresso da Profa. Dra. Fabiele Cristiane Dias Broietti no PECEM e, mais especificamente, como uma das orientadoras no grupo EDUCIM, em 2015, uma das ideias propostas para seu primeiro orientando de mestrado (neste caso, eu) foi analisar as questões de Química presentes nas provas do ENEM, buscando por indícios dos FAC.

Em um primeiro ensaio investigativo, iniciamos as análises dos enunciados dos itens de Química das provas do ENEM e elaboramos um quadro relacionando as questões e os FAC, porém, encontramos dificuldades ao conduzir as análises, uma vez que por serem questões de um exame de larga escala, grande parte dos itens apresentavam indícios do Foco 2 – Conhecimento científico. Os resultados deste primeiro movimento nos inquietaram, surgindo outros questionamentos, tais como: De que forma, a partir dos enunciados das questões, poderíamos observar o interesse pela ciência? (Foco 1) ou, a identificação com o empreendimento científico? (Foco 5).

Diante de tais inquietudes, minha orientadora, revisando os documentos já estudados pelo grupo, e buscando por outros documentos recentes, fez a indicação do documento publicado em 2012, intitulado “*A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*”<sup>5</sup>. Nesse documento, propõe-se que para aprender ciências, o estudante precisa envolver-se em três grandes dimensões: as Práticas Científicas, os Conceitos Transversais e as Ideias Centrais Disciplinares. Vale ressaltar que o NRC (2012) é uma construção elaborada a partir de documentos anteriores (NRC, 1996; NRC, 2007; NRC, 2009). No próprio documento são apresentadas algumas relações entre os ‘*strands of a*

---

<sup>4</sup> O FAC foi elaborado a partir do referencial *Learning science in informal environments: people, places and pursuits* (NRC, 2009) em que o objetivo maior era examinar as possibilidades para o aprendizado de ciências em situações de informalidade. O relatório considera seis focos de aprendizagem, traduzidos e interpretados pelos autores Arruda *et al.* (2013) como: interesse pela ciência, compreensão do conhecimento científico, envolvimento com o raciocínio científico, reflexão sobre a natureza da ciência, envolvimento com a prática científica, identificação com o empreendimento científico.

<sup>5</sup> Um quadro conceitual para a educação em ciências: práticas, conceitos transversais e ideias centrais disciplinares.

*rope*<sup>6</sup> (NRC, 2007; NRC, 2009) e as dimensões da aprendizagem científica, expressas no NRC (2012)<sup>7</sup>.

Dessa forma, o objetivo da pesquisa do mestrado foi reconfigurado e passamos a identificar e analisar as dimensões da aprendizagem científica evidenciadas nas questões de Ciências do PISA<sup>8</sup>, a saber: as Práticas Científicas; os Conceitos Transversais e as Ideias Centrais Disciplinares. Ou seja, discutimos o potencial das questões da prova do PISA para envolver os alunos em dimensões científicas específicas.

Como resultado da investigação do mestrado, algumas produções foram publicizadas, tais como: i) Um estudo das questões de Ciências do PISA: analisando os conceitos transversais (Nora; Broietti, 2017); ii) Um estudo das Práticas Científicas em questões do PISA (Nora; Broietti, 2018); iii) Dimensions of science learning: A study on PISA test questions involving chemistry content<sup>9</sup> (Broietti; Nora; Costa, 2019).

Neste contexto de pesquisa, e com o ingresso no doutorado, no mesmo programa e com a mesma orientadora, em 2019, decidimos aprofundar nossa investigação, em uma das dimensões – as Práticas Científicas –, agora *in loco*, investigando a abordagem das Práticas Científicas no contexto da formação inicial de professores de Química, ou seja, quais ações docentes, relacionadas às PC, são identificadas em aulas de Química ministradas pelos licenciados? Tais investigações nos conduziram a pensar em como os licenciandos compreendem tais práticas e como eles as incorporam em suas aulas.

Os caminhos percorridos e os resultados desta investigação serão apresentados nos capítulos seguintes.

---

<sup>6</sup> Traduzido pelos integrantes do grupo como focos do aprendizado científico – FAC (Arruda *et al.*, 2013). Os '*strands*' relacionados às Práticas Científicas correspondem às seguintes ideias: gerar e avaliar evidências e explicações científicas; participar produtivamente das práticas e do discurso científico; e compreender a natureza e o desenvolvimento do conhecimento científico (NRC, 2012).

<sup>7</sup> Estas relações – entre as dimensões e os focos da aprendizagem científica – não serão discutidas na tese, mas pensamos em retomá-las em artigos futuros.

<sup>8</sup> Modificamos também para as questões do PISA e não mais do ENEM, uma vez que na prova do PISA, a maioria das questões são discursivas, além do exame apresentar documentos oficiais que indicam respostas esperadas.

<sup>9</sup> Dimensões da Aprendizagem Científica: um estudo em questões do PISA que envolvem conteúdos de química.

## INTRODUÇÃO

A Educação em Ciências tem passado por recentes mudanças. Na Europa, o relatório da *European Commission* (EC) aponta para uma educação em ciência voltada para uma cidadania responsável, importante para promover uma cultura do pensamento científico, em que o raciocínio científico seja usado nas tomadas de decisões, assegurando confiança e conhecimentos essenciais para participação no mundo científico e na resolução de problemas (EC, 2015). Na América do Norte, documentos do *National Research Council* (NRC) dão ênfase para uma educação em ciências que ocorra por meio das dimensões da aprendizagem científica, voltada para a formação de cidadãos que devem conhecer a ciência e a tecnologia para participarem de forma ativa e responsável nas tomadas de decisões (NRC, 2012). No contexto brasileiro, preconiza-se que a educação em ciências deve promover o protagonismo dos alunos na aprendizagem e na aplicação de processos em que é necessário o conhecimento científico (Brasil, 2018).

Considerando o Ensino Regular, mais especificamente o Ensino Médio, é importante que se favoreça um ensino e uma aprendizagem em ciências que possibilite a formação de alunos que sejam aptos a tomar decisões mais acertadas em seu cotidiano. Para tal, é promissor desenvolver junto aos alunos uma compreensão do que sabem, e como ocorre o desenvolvimento do conhecimento científico, que pode ocorrer por meio das Práticas Científicas (Osborne, 2014).

O conceito de Práticas Científicas têm sido tema de investigações internacionais (Jimenez-Liso *et al.*, 2021; Stephenson *et al.*, 2020; Carmel *et al.*, 2019; Osborne, 2014; Ricketts, 2014) e, nacionais (Nora, 2017; Broietti; Nora; Costa, 2019; Costa, 2021; Costa; Broietti; Obara, 2021; Lima; Broietti; Lima, 2022 e Nora; Broietti, 2022), mostrando ser um assunto relevante para as discussões na área de Ensino de Ciências.

No contexto internacional, identificamos pesquisas que investigam as PC, por exemplo, no contexto do ensino, analisando propostas que usam as PC como uma abordagem pedagógica alternativa (Jimenez-Liso *et al.*, 2021); na formação de professores, analisando concepções dos professores acerca das Práticas Científicas (Ricketts, 2014); e em configurações de aulas experimentais, buscando comparar a incidência destas práticas em aulas de laboratório mais tradicionais e nas de caráter investigativo (Carmel *et al.*, 2019).

No âmbito nacional, há estudos sobre o potencial de questões da prova do PISA em envolver os alunos em dimensões científicas específicas, entre elas as Práticas Científicas (Nora, 2017; Broietti; Nora; Costa, 2019); uma revisão bibliográfica sistemática de artigos envolvendo PC na área de Ensino de Ciências (Costa, 2021); e estudos durante uma oficina temática desenvolvida com alunos do Ensino Médio, em que os autores identificaram e analisaram as Práticas Científicas nas quais os estudantes se envolveram durante a oficina em que foram discutidos assuntos relacionados à composição, propriedades e eficácia dos anticoncepcionais masculinos (Costa; Broietti; Obara, 2021).

Recentemente, Nora e Broietti (2022) apresentaram resultados de uma investigação em que foram identificados e analisados indícios de PC em aulas de Química, nas ações docentes, sendo possível traçar um perfil das aulas investigadas. Assim, nesta investigação, propomo-nos a aprofundar a compreensão acerca das ações docentes que eventualmente possam estar relacionadas com as PC.

Nos trabalhos mencionados, o conceito de Prática Científica está em consonância com o documento NRC (2012), ou seja, as PC descrevem ações associadas ao fazer ciência, dando destaque a oito delas: fazer perguntas, desenvolver e utilizar modelos, planejar e realizar investigações, analisar e interpretar dados, utilizar matemática e o pensamento computacional, construir explicações, argumentar a partir de evidências e, por fim, obter, avaliar e comunicar informações.

Nesta investigação, partimos da premissa que envolver-se em PC possibilita tanto a compreensão dos conteúdos quanto dos processos científicos, em que o papel ativo do estudante é essencial. Considerando que as PC descrevem empreendimentos que os cientistas mobilizam para compreender o mundo, aproximamos tal ideia das ações docentes realizadas pelo professor em sala de aula, em situações de ensino e aprendizagem.

Nos últimos anos, o grupo EDUCIM<sup>10</sup> tem se dedicado a investigar a

---

<sup>10</sup> O grupo EDUCIM (Educação em Ciências e Matemática) foi criado em 2002 e está vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM) da Universidade Estadual de Londrina. O grupo tem como objetivo geral investigar temas relacionados à formação de professores, o ensino e a aprendizagem em Ciências e Matemática, tanto na educação formal quanto na educação informal. Três orientadores do PECEM fazem parte do grupo – Sergio de Mello Arruda, Marinez Meneghello Passos e Fabiele Cristiane Dias Broietti –. O grupo tem mantido colaboração com pesquisadores de outras Instituições do Brasil (principalmente paranaenses) e do exterior como a Universidade de Aveiro (Portugal) e as universidades moçambicanas UniLicungo e UniRovuma. Disponível em: <http://educim.com.br/o-grupo/>. Acesso em: 03 nov. 2022.

ação docente, a ação discente e suas conexões, procurando entender o que de fato, professores e alunos, fazem em sala de aula. Este programa de pesquisa, denominado PROAÇÃO, possui duas questões gerais de pesquisa:

- a) Quais ações docentes e discentes são observadas em aulas de Ciências e Matemática no ensino básico e superior, como elas podem ser interpretadas e de quais formas elas se conectam entre si? b) Que implicações para o ensino, a aprendizagem e a formação de professores podem ser extraídas dos resultados encontrados? (Arruda; Passos; Broietti, 2021, p. 216).

Há resultados de pesquisas desenvolvidas por integrantes do grupo em diferentes áreas e níveis de ensino. Os estudos de Carvalho (2019), Santos (2019), Assaí (2019), Borges (2020) e Bortoloci (2021) focaram nas ações docentes em aulas de Química, mas há pesquisas que investigaram as ações docentes em aulas de Matemática, como Andrade (2016) e Dias (2018, 2022) e em aulas de Ciências Biológicas, como Turke (2020) e Lourenço (2021).

Nesta pesquisa, buscamos responder à seguinte questão de pesquisa: Quais ações docentes são evidenciadas em aulas de Química ministradas por licenciandos no Ensino Médio e quais delas estão relacionadas com as PC? Para tal, a pesquisa é orientada pelo seguinte objetivo geral: caracterizar as PC por meio da descrição das ações docentes observadas na execução de aulas de Química ministradas por licenciandos em situação remota.

Para a composição do texto da tese, estruturamos os capítulos da seguinte forma: No primeiro capítulo, apresentamos a fundamentação teórica da pesquisa, com uma discussão acerca da formação de professores, em especial a formação inicial de professores de Química. Na sequência, abordamos a ação docente e, por fim, um detalhamento das Práticas Científicas.

No segundo capítulo, descrevemos os procedimentos metodológicos adotados. Na primeira seção apresentamos o contexto da pesquisa, no qual é abordada a disciplina que foi acompanhada na Instituição de Ensino Superior. Na segunda seção descrevemos a pesquisa qualitativa, a análise de conteúdo e o procedimento metodológico adotado na investigação. Na sequência, explicitamos a organização do *corpus*<sup>11</sup> e a sistemática realizada, a fim de encontrarmos indícios que nos ajudem a responder à questão de investigação.

---

<sup>11</sup> [...] definidos como “conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos” (Bardin, 2011, p. 126).

No terceiro capítulo, apresentamos a análise das regências realizadas pelos licenciandos, destacando as ações docentes executadas e aquelas que se relacionam com as Práticas Científicas. Este movimento ocorreu com o objetivo de responder à questão de investigação.

Nas considerações finais, tecemos algumas compreensões acerca da questão de pesquisa formulada, dos resultados encontrados, assim como as limitações e perspectivas futuras.

Nas referências, encontram-se todo o acervo bibliográfico utilizado na composição da tese.

## CAPÍTULO 1 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste primeiro capítulo, apresentamos os referenciais teóricos que fundamentaram esta pesquisa. Dentre eles discutimos a formação inicial de professores de Química, alguns aspectos da ação docente e algumas considerações em relação às Práticas Científicas.

### 1.1 FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA

Nesta investigação, analisamos as regências desenvolvidas por estudantes de um curso de Licenciatura em Química. Portanto, discutiremos a respeito da formação de professores, em especial a formação inicial de professores de Química.

A produção científica sobre a formação de professores era incluída, inicialmente, apenas no campo da Didática e foi sendo assumida como uma área em constituição, distinguindo-se do Currículo, da Prática de Ensino e da Didática. Discussões a respeito da importância da formação de professores, tanto no campo científico quanto por meio das mídias, fez com que pesquisas referentes a este tema avançassem, em especial depois dos anos 2000 (André, 2010).

Carlos Marcelo Garcia propõe alguns indicadores, delimitando o campo de formação de professores:

[...] existência de objeto próprio, uso de metodologia específica, uma comunidade de cientistas que define um código de comunicação próprio, integração dos participantes no desenvolvimento da pesquisa e reconhecimento da formação de professores como um elemento fundamental na qualidade da ação educativa, por parte dos administradores, políticos e pesquisadores. (Garcia, 1999, p. 24-26 *apud* André, 2010, p.175).

Ser professor vai além do ato de ensinar, uma vez que qualquer indivíduo pode ensinar algo, em diferentes momentos e locais. Assim, ser professor demarca outras preocupações conceituais relevantes: “[...] ser professor implica lidar com outras pessoas (professores) que trabalham em organizações (escolas) com outras pessoas (alunos) para conseguir que estas pessoas aprendam algo (se eduquem)” (Floden; Buchmann, 1990, p. 45 *apud* Garcia, 1999, p. 24).



Apresentamos, a seguir, uma definição a respeito da formação de professores relacionada à sua profissionalização, em que são considerados alguns aspectos: a aprendizagem dos alunos, a socialização e a identidade dos professores:

A formação de professores é a área de conhecimento, investigação e de propostas teóricas e práticas que, no âmbito da Didática e da Organização Escolar, estuda os processos através dos quais os professores – em formação ou em exercício – se implicam individualmente ou em equipe, em experiências de aprendizagem através das quais adquirem ou melhoram os seus conhecimentos, competências e disposições, e que lhes permite intervir profissionalmente no desenvolvimento do seu ensino, do currículo e da escola, com o objetivo de melhorar a qualidade da educação que os alunos recebem. (Garcia, 1999, p. 26).

A definição acima apresentada denota que o professor, por meio de sua prática, nas ações em sala de aula ou fora dela, e na relação com outros, pode melhorar suas competências e disposições, objetivando uma melhora na qualidade da educação e nos processos de ensino e de aprendizagem.

Segundo André (2010) houve um aumento de pós-graduandos interessados pelo tema da formação de professores, sendo que nos anos 1990, o percentual em relação aos trabalhos da área de Educação era em torno de 7%, e o foco era a formação inicial (licenciatura e pedagogia). Aos poucos foi-se ampliando, chegando a 22% em 2007, quando o foco estava na identidade e na profissionalização docente, revelando os estudos “uma intenção de dar voz ao professor e de conhecer melhor o seu fazer docente” (André, 2010, p. 176).

Com o intuito de compreender os temas de preocupação das pesquisas nas últimas décadas, diante da temática formação de professores, Raimundo e Fagundes (2018) retomam a pesquisa de André (2010), que analisou o portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) sobre a formação de professores, referente aos anos de 1990-1998, estabelecendo as seguintes categorias para este período: formação continuada, formação inicial, identidade e profissionalização docente e prática pedagógica.

Na continuidade, Raimundo e Fagundes (2018) apresentam resultados de um outro mapeamento, em teses e dissertações de programas de pós-graduação credenciadas pela CAPES, e Sócios institucionais da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPEd), com recortes nos anos 1997-2002, 2003-2007, 2008-2010, e identificaram novas categorias e outras que se repetem, tais como: concepções de docência e de formação de professores, políticas

e propostas de formação de professores, formação inicial, formação continuada, trabalho docente, identidade e profissionalização docente, e revisão de literatura.

Nos finais dos anos 1990, Pimenta (1997) em seus estudos já antecipava que as formações contínuas fundamentadas em atualizações de conteúdos mostravam-se pouco eficientes em modificar a prática docente, uma vez que não adotavam “a prática docente e pedagógica escolar nos seus contextos” (Pimenta, 1997, p. 6) e não olhavam individualmente o professor, com seus saberes e suas práticas. A autora apontava outros caminhos para a formação docente, fundamentados na identidade docente, levando em consideração os saberes que configuram a docência.

Para a autora, esses saberes se referem aos seguintes elementos: a experiência, pois os estudantes, durante a formação inicial, trazem consigo o que é ser um bom professor em relação ao conteúdo dominado, a didática aplicada ou a forma de ensinar, a partir de sua experiência durante a vida escolar; em outro nível, os saberes da experiência correspondem ao que os professores produzem em seu cotidiano escolar, por meio da reflexão e pesquisa sobre sua prática. O conhecimento implica trabalhar com as informações, classificando-as, analisando-as e contextualizando-as, ou seja, o professor precisa realizar uma mediação entre a sociedade da informação e os alunos, possibilitando-lhes a reflexão, importante na construção do humano (humanização); assim, a finalidade da educação escolar está em contribuir com o processo de humanização no trabalho coletivo e interdisciplinar, em uma perspectiva de inserção social crítica e transformadora.

Os saberes pedagógicos vão além do conhecimento de técnicas de como ensinar, como relacionamento professor e aluno, além da motivação e interesse dos alunos no processo de aprendizagem. Estes saberes são constituídos a partir da prática que os confronta e os reelabora, a partir da pesquisa (como princípio da compreensão da realidade) e da reflexão (diante da metodologia usada, nos encaminhamentos, na intencionalidade, e os resultados conseguidos perante o enfrentamento de situações complexas) da prática docente. Logo, a autora salienta a importância de proporcionar esta experiência prática aos licenciandos durante a formação inicial, para irem às escolas e conhecerem a sua realidade, com o olhar de futuros professores (Pimenta, 1997, grifos nossos).

Para aproximarmos as ideias acima descritas com o nosso objeto de investigação apresentamos, a seguir, alguns referenciais a respeito da formação

inicial de professores de Química, uma vez que correspondem à nossa área de interesse.

Sabemos que o objetivo dos cursos de licenciatura em Química está em formar professores para atuarem na Educação Básica. Para tal, são necessários conhecimentos de conteúdo, de currículo, o papel pedagógico, a construção do conhecimento científico e especificidades do ensino e aprendizado de Química (Silva; Oliveira, 2009). Deste modo, é importante que durante a formação inicial sejam promovidas, nas instituições de ensino, discussões, práticas e reflexões para que tais conhecimentos sejam oportunizados durante este período formativo, podendo assim contribuir na formação da identidade dos novos profissionais.

Entretanto, alguns autores apontam que o perfil esperado do licenciado nem sempre é alcançado, além da desvalorização da profissão dentro das próprias instituições formadoras. A esta ideia, soma-se o argumento de que a formação do químico é mais importante do que a formação do professor de Química (Silva; Oliveira, 2009).

Formar um professor de Química exige, ao final do curso de graduação, que o licenciando tenha conhecimentos adequados a respeito de aspectos da Química, e também de como ensinar Química, o que envolve muitas questões, pois para se ensinar algo de modo significativo, é preciso transitar muito bem pela área da Química e pela área de Ensino de Química (Silva; Oliveira, 2009).

A articulação entre os conhecimentos específicos e pedagógicos são essenciais para a docência. Isto vai além do licenciando ter aulas com químicos e com professores da área educacional, o que acaba por dificultar esta aproximação, uma vez que cada um domina somente sua área de atuação. O ideal é que se tenha também professores com conhecimentos químicos e pedagógicos (Silva; Oliveira, 2009), e que sejam pesquisadores nesta área de ensino e de aprendizagem. Para que isso seja mais efetivo, as disciplinas voltadas ao ensino devem permear o currículo ao longo de toda a matriz curricular.

Até início dos anos 2000, popularizou-se a configuração curricular “3+1”, nas quais as disciplinas de conteúdo específico precediam as disciplinas de conteúdo pedagógico, de forma não integrada. Este modelo ficou conhecido como modelo da racionalidade técnica, em que os estágios ocorriam somente no último ano do curso, com o objetivo de instrumentalizar o profissional para atuar em sala de aula (Pereira, 1999; Bego, 2016).

Segundo Bego (2016), as diversas situações da atividade docente tratam de fenômenos próprios da prática, que são complexos, incertos e singulares, por isso a importância de espaços formativos que prezem pela atuação dos estudantes/futuros professores nestes contextos educacionais. Desde o ano 2002, as diretrizes dos cursos de licenciatura preconizam 400 horas destinadas aos estágios supervisionados, e mais 400 horas de prática como componente curricular, destinadas à formação do professor, desde o início do processo formativo e se estendendo ao longo de todo o seu decorrer, devendo realizar-se conjuntamente com o estágio supervisionado, contribuindo para a formação da identidade do professor como educador (Broietti; Barreto, 2011). Tal carga horária, prevista para os cursos de licenciatura, visa a possibilitar aos licenciandos um saber-fazer prático e racional, fundamentado a partir de situações complexas de ensino, vivenciadas por eles (Garcia, 1999).

O conhecimento da docência e sobre a docência pode ser constituído com base em vivências e análises de práticas concretas, permitindo uma dialética entre a formação teórica e a prática profissional, a pesquisa e a experiência em sala de aula. Desta maneira, é essencial possibilitar aos licenciandos teorias e práticas que estimulem a construção de uma identidade docente, em que o professor reconheça seu papel nos processos de ensino e na aprendizagem dos alunos.

Neste contexto, para o estudo em tela, buscamos caracterizar as PC por meio da descrição das ações docentes observadas na execução de aulas de Química ministradas por licenciandos em situação remota.

A seguir, apresentamos nossa compreensão acerca das ações docentes e um breve histórico de resultados de pesquisas do grupo EDUCIM.

## 1.2 AÇÃO DOCENTE NO CONTEXTO DO EDUCIM

O Programa de Pesquisa sobre a Ação Docente, Ação Discente e suas conexões (PROAÇÃO), é uma das linhas de investigação do grupo EDUCIM e apresenta duas questões gerais de pesquisa:

Quais ações docentes e discentes são observadas em aulas de ciências e matemática no ensino básico e superior, como podem ser interpretadas e de quais formas elas se conectam entre si? Que implicações para o ensino, a aprendizagem e a formação de professores podem ser extraídas dos resultados encontrados? (Arruda; Passos; Broietti, 2021, p. 216).

A preocupação em investigar a ação docente ocorreu a partir de duas teses de pesquisadores do grupo EDUCIM. Na primeira delas, Arruda (2001) percebeu, ao realizar um projeto de formação continuada, contradições entre a fala e as ações de professores de Física que atuavam no Ensino Médio. Os participantes apontavam em seus objetivos a mudança na forma de ensinar, porém, em suas ações não eram percebidas tais mudanças, ou seja, foi identificado resistência em adotarem abordagens inovadoras em sala aula, tendo em vista a prática tradicional de ensino.

Em outra tese, Passos (2009) analisou 32 anos de publicação em periódicos na área de Educação Matemática e identificou o predomínio de um discurso mais prescritivo, concluindo que, na maioria dos artigos, os autores realçavam os deveres dos professores que ensinavam matemática, como por exemplo, que deviam ser acessíveis, agentes transformadores, prático-reflexivos.

Schön (1997) já relatava uma preocupação em relação à ação do professor em sala: “Temos que checar o que os professores fazem na observação direta e registrada que permita uma descrição detalhada do comportamento e uma reconstrução das intenções, estratégia e pressupostos” (Schön, 1997, p. 90 *apud* Arruda; Passos; Broietti, 2021, p. 218). Assim, por meio da observação detalhada da ação, é possível investigar o que é realizado em sala de aula, com as convicções teóricas que professam.

Bezerra (2017) apresenta elementos teóricos acerca do trabalho de Tardif, e utiliza o termo prática educativa do professor, que engloba três fases fundamentais: o planejamento da aula, uma intervenção pedagógica e uma avaliação da ação empreendida. Para este autor, a ação docente é assim definida: “A ação docente exprime, portanto, seus valores, suas ideologias, suas concepções de mundo e seus princípios norteadores” (Bezerra, 2017, p. 112).

Segundo Tardif (2004), a prática docente integra diferentes saberes, ou seja, um saber plural: “Pode-se definir o saber docente como um saber plural, formado pelo amálgama, mais ou menos coerente, de saberes oriundos da formação profissional e de saberes disciplinares, curriculares e experienciais”. (Tardif, 2004, p. 36).

Deste modo, o agir do professor é o produto do que ele reconhece como profissão, do saber dos conhecimentos disciplinares, do conhecimento das exigências das instituições, das regras e, por fim, do conhecimento que somente a

experiência proporciona. A ação docente é concretizada por meio de interações com os objetivos e com outros sujeitos, que também possuem sua rede de interações com valores, sentimentos, atitudes, como observa Tardif:

A atividade docente não é exercida sobre um objeto, sobre um fenômeno a ser conhecido ou uma obra a ser produzida. Ela é realizada concretamente numa rede de interações com outras pessoas, num contexto onde o elemento humano é determinante e dominante e onde estão presentes símbolos, valores, sentimentos, atitudes, que são passíveis de interpretação e decisão, interpretação e decisão que possuem, geralmente, um caráter de urgência. (Tardif, 2004, p. 50).

No ambiente da sala de aula, local de atuação do professor e dos alunos, cada indivíduo traz consigo sua história, suas formas de agir e de pensar próprios. Para que os processos de ensino e de aprendizagem sejam favorecidos, ambos os sujeitos precisam entrar em uma certa negociação, encontrando um objetivo comum, que se reflete nas ações que o professor e os alunos tomam em sala de aula.

Segundo Arruda, Passos e Broietti (2021), na literatura da área há outros termos que trazem conceitos próximos ao da ação docente, tais como: prática docente (corresponde além das interações ligadas a atividades; as interações, reações e decisões tomadas pelas pessoas envolvidas), ação pedagógica (atividades realizadas no ambiente escolar, no desenvolvimento de atividades organizadas e estruturadas), prática pedagógica (ações praticadas pelo professor no domínio de sua função no contexto escolar) e prática educativa (arte guiada por valores e pelo agir interativo).

A compreensão da ação docente tem sido difundida como correspondente ao agir do professor, em especial na sala aula, quando está ligada diretamente aos sujeitos (professores e alunos), que são o objetivo do ato de ensinar e do aprender. Logo, podemos inferir que o ensino corresponde a um conjunto de ações realizadas pelo professor em um determinado tempo (Andrade; Arruda; Passos, 2018).

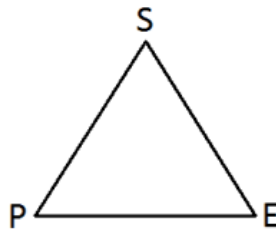
As ações docentes não estão restritas à realização das atividades propostas no ambiente escolar, mas em toda interação que dela é sucedida, neste mesmo contexto.

Arruda e Passos (2017), após a análise do triângulo didático-pedagógico, entendem que a ação docente corresponde à ação do professor em sala

de aula, e a ação discente corresponde às ações dos alunos, que também ocorrem em um dado momento, em sala de aula.

Na Figura 1, temos uma representação, denominada como triângulo didático-pedagógico, que ajuda a compreender as ações docentes e discentes e suas conexões.

**Figura 1** – Triângulo didático pedagógico



**Fonte:** Arruda e Passos (2017).

Para os autores, o S é o saber a ser ensinado, que pode ser uma disciplina, um conceito, um conteúdo; o P é o sujeito que ensina, ou seja, é o professor ou o licenciando quando está lecionando; o E é o sujeito que aprende, que pode ser um único indivíduo, um grupo ou uma classe. Quando olhamos para as relações entre as arestas do triângulo, temos algumas situações: ensino, relação entre professor e estudante (P-E ou E-P); aprendizagem discente, relação entre o estudante e o saber (E-S ou S-E); e aprendizagem docente, relação entre o professor e o saber (P-S ou S-P).

Nesta representação, considerando o ambiente da sala de aula, dependendo do foco pelo qual estamos interessados como sujeitos de pesquisa, podemos caracterizar algumas ações: ação docente, assumindo que o ator principal é o professor, e a sua ação e seus efeitos no triângulo; ação discente, assumindo que o ator principal é o estudante, e a sua ação e seus efeitos no triângulo; e a ação do saber quando o foco de observação do pesquisador é algo que orienta o funcionamento do triângulo, como um conteúdo a ser ensinado, ou objetivos de ensino ou de aprendizagem (Arruda; Passos, 2017).

Como já mencionado, o grupo EDUCIM tem investigado ações docentes e discentes e também suas conexões. Ao longo dos anos, a ação docente e/ou ação discente foi investigada em vários contextos, desde o Ensino Fundamental até o Ensino Superior, com foco em diferentes áreas como a Química, a Biologia, a

Física e a Matemática. Estes estudos possibilitaram uma maior compreensão a respeito das ações docentes e discentes que ocorreram em sala de aula, e suas microações. A seguir, apresentamos uma síntese de algumas pesquisas realizadas no EDUCIM, entre dissertações e teses, com foco na disciplina de Química e que investigaram as ações docentes.

Carvalho (2019), em sua dissertação, observou gravações de simulações de aula de Química para o Ensino Médio, de estudantes matriculados na disciplina de Química na Escola II, e comparou as ações docentes antes e após a intervenção do professor-formador. Como resultado, os licenciandos conseguiram refletir sobre suas práticas e reestruturá-las, ampliando seu repertório de conhecimentos da docência.

Santos (2019), em sua tese, analisou aulas do ensino superior, nas disciplinas de Física Geral, Química orgânica II e Ensino de Química. Buscou compreender o que o professor faz em sala de aula e identificar categorias que descrevessem tais ações. Como resultado, o autor identificou macroações, ações e microações, sendo que a ação docente dependia do conteúdo ministrado.

Assai (2019), em sua tese, investigou licenciandos de Química na disciplina de Estágio Supervisionado. Buscou identificar ações planejadas pelos licenciandos em aulas de Química, suas ações na execução de tais aulas, e discutir possíveis conexões encontradas nestes dois momentos, ou seja, planejamento e execução. Como resultado, a autora também identificou macroações, ações e microações e a emergência de ações características do contexto de Estágio Supervisionado.

Borges (2020), em sua dissertação, investigou as ações docentes em aulas de Química na Educação Básica, buscando compreender o que os professores realmente fazem em sala de aula, e identificar categorias que descrevem tais ações. Como resultado, identificou ações centrais e periféricas, diferenciadas pela incidência das ações realizadas ao longo da aula.

Bortoloci (2021), em sua dissertação, analisou aulas de Ciências do nono ano do Ensino Fundamental que continham conteúdos de Física e Química. Buscou identificar categorias que descrevessem as ações dos professores investigados e compreender o que fazem em sala de aula. Além disso, buscou identificar quais seriam as ações centrais nas aulas, e possíveis variáveis que poderiam influenciar no tempo de ocorrência de tais ações. Como resultado, a autora



identificou que as ações centrais e o tempo de ocorrência dessas ações tendem a variar de acordo com os professores (P1, P2 e P3) participantes da investigação, as estratégias didáticas utilizadas e os conteúdos ministrados (Física e Química) nas aulas.

As investigações acima evidenciam resultados de pesquisas que se dedicaram a estudar as ações docentes na área da Química, entretanto, ressaltamos que outras pesquisas podem ser acrescentadas, destacando experiências em outros contextos, tais como as ações avaliativas (Maulana, 2022), ações docentes de professores que ensinam Matemática no ensino remoto emergencial (Rhea, 2022) e a intencionalidade das ações (Meneguete *et al.*, 2023).

Nesta investigação buscamos caracterizar as PC por meio da descrição das ações docentes observadas na execução de aulas de Química ministradas por licenciandos em situação remota.

Jimenez-Liso *et al.* (2021) salientam que os professores precisam conhecer previamente as PC para depois as implementarem em suas aulas. Neste sentido, destacamos a importância de uma formação prévia para os professores nas Práticas Científicas, proporcionando-lhes experiências que permitam a construção de ideias a respeito do ensino de ciências, incluindo aspectos científicos, epistêmicos e pedagógicos da aprendizagem. Segundo as autoras, as PC possibilitam uma abordagem contemporânea do ensino e da aprendizagem de ciências, em que a ênfase se encontra no aprender fazendo e refletindo sobre o processo de aprendizagem.

Para Ricketts (2014) os professores não devem somente envolver os alunos nas Práticas Científicas, mas também questioná-los para refletirem a respeito de cada uma delas. Assim, à medida que se envolvem com as Práticas Científicas em sala de aula, além de reconhecerem em quais PC se engajaram, os alunos podem perceber que sua experiência não é muito diferente daquelas que são realizadas pelos cientistas, e também como o conhecimento é construído na ciência. Espera-se que assim, neste envolvimento, os alunos compreendam a natureza da ciência e do conhecimento científico, desenvolvendo o letramento científico<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> Nossa compreensão acerca de letramento científico, fundamenta-se no NRC (1996) e OECD (2013). Trata-se da compreensão e conhecimento de conceitos e processos científicos, necessários para a tomada de decisão pessoal, participação cívica e cultural, e na produtividade econômica. Em síntese, quando letrado cientificamente, o indivíduo possui competências para explicar fenômenos

A seguir, apresentamos algumas considerações acerca do conceito das Práticas Científicas, a partir do NRC (2012), NGSS (2013) e outros referências que nos auxiliam na compreensão de cada uma delas.

### 1.3 PRÁTICAS CIENTÍFICAS: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

As Práticas Científicas correspondem a uma das três dimensões da aprendizagem científica que foram elaboradas por um comitê de pesquisadores sob a coordenação geral do *National Research Council*<sup>13</sup> (NRC, 2012). Estas dimensões ampliam as discussões já iniciadas em documentos anteriores relacionadas à aprendizagem científica em ambientes formais<sup>14</sup> (NRC, 2007) intitulado – *Taking Science to School: learning and teaching Science in Grades K-8*<sup>15</sup> – e em ambientes não formais<sup>16</sup> (NRC, 2009) intitulado – *Learning Science in informal environments: people, places, and pursuits*<sup>17</sup>.

O NRC (2007) procurou (re)definir o que é ser proficiente em ciências<sup>18</sup> e como pode ser o trabalho em sala de aula com alunos do nível K-8<sup>19</sup> e responder a três amplas questões: Como se aprende ciências? Como a ciência deve ser ensinada? Quais pesquisas são necessárias para aumentar o conhecimento sobre como os alunos aprendem ciências? Por sua vez, o NRC (2009) analisou os objetivos do ensino de ciências em ambientes informais e investigou o potencial das configurações extraescolares para a aprendizagem das ciências, tais como caminhar

---

cientificamente, avaliar e planejar experimentos científicos, e por fim, interpretar dados e evidências científicas.

<sup>13</sup> Conselho Nacional de Pesquisa. O objetivo do Conselho Nacional de Pesquisa é ajudar a melhorar as políticas públicas e a educação em questões de ciência, tecnologia e saúde.

<sup>14</sup> Os ambientes formais de aprendizagem são considerados como “ensino escolar institucionalizado, cronologicamente gradual e hierarquicamente estruturado” (Bianconi; Caruso, 2005, p. 20).

<sup>15</sup> Levando a Ciência para a Escola: aprendizagem e Ensino de Ciências.

<sup>16</sup> Os ambientes informais de aprendizagem são aqueles em que a aprendizagem pode ocorrer ao longo da vida, ou seja, “[...] a pessoa adquire e acumula conhecimentos, através de experiência diária em casa, no trabalho e no lazer” (Bianconi; Caruso, 2005, p. 20).

<sup>17</sup> Aprendizagem de Ciências em ambientes informais: pessoas, lugares e atividades.

<sup>18</sup> A proficiência em ciências é definida, no NRC (2007), por meio de quatro ações/processos, onde os estudantes: 1 – Conhecem, usam e interpretam explicações científicas do mundo natural; 2 – Geram e avaliam evidências e explicações científicas; 3 – Compreendem a natureza e o desenvolvimento do conhecimento científico; 4 – Participam produtivamente de práticas e discursos científicos.

<sup>19</sup> No ensino norte-americano refere-se ao último nível do Middle School (grades 6-8). No Brasil, seria o equivalente aos anos finais do Ensino Fundamental. Fonte: (NGSS, 2013). Disponível em: [http://www.nextgenscience.org/sites/default/files/Appendix%20I%20-%20Engineering%20Design%20in%20NGSS%20-%20FINAL\\_V2.pdf](http://www.nextgenscience.org/sites/default/files/Appendix%20I%20-%20Engineering%20Design%20in%20NGSS%20-%20FINAL_V2.pdf). Acesso em: 29 jul. 2020; <https://www.sk.com.br/sk-edsys.html>. Acesso em: 14 Ago. 2020

no parque, em visitas a locais como: centros de ciências, jardim zoológico, aquários, jardim botânico, planetários.

Além dos documentos mencionados, no NRC (1996) já se discutia como deveria ser o ensino de ciências, na busca de elaboração de modelos para os vários níveis de ensino. O NRC (1996), intitulado *National Science Education Standards*<sup>20</sup> foi elaborado para orientar a nação americana em direção a uma sociedade letrada cientificamente, fundada a partir da prática e da pesquisa. O documento descreve uma visão de pessoa letrada em ciências, e apresenta critérios para uma educação científica que permita que esta visão possa se tornar realidade. O conceito de letramento científico adotado supõe que o indivíduo deve ser capaz de fazer perguntas e encontrar ou determinar respostas advindas das questões de curiosidade acerca das experiências cotidianas, ou seja, a pessoa precisa ter a habilidade para descrever, explicar e prever os fenômenos naturais.

Na primeira seção do NRC (2012) é apresentada a importância do ensino e da aprendizagem das ciências, uma vez que ela permeia os muitos aspectos da vida moderna dos cidadãos, sendo de grande importância para o desenvolvimento tecnológico do país, frente aos anseios mundiais por desenvolvimento. O conhecimento científico deve contribuir para o maior engajamento das pessoas em situações cotidianas, e nas decisões políticas e econômicas atuais. Esse documento foi elaborado buscando articulações entre a educação em ciência, engenharia e a tecnologia, necessárias para o século XXI. Desta forma, o documento aponta a importância da construção do conhecimento humano perante o mundo, integrando os processos de ensino e de aprendizagem em ciências, e descreve três grandes dimensões necessárias para isso (NRC, 2012).

As três dimensões da aprendizagem científica mencionadas são: as Práticas Científicas, os Conceitos Transversais e as Ideias Centrais Disciplinares. Na primeira delas, são descritas as principais práticas que os cientistas empregam para investigar, construir modelos e teorias sobre o mundo. Assim, não basta que os alunos conheçam os conteúdos científicos, precisam também saber aplicá-los na resolução de um problema ou na compreensão de um fenômeno. A segunda dimensão trata de conceitos unificadores que têm aplicação em todos os domínios da ciência. Eles auxiliam os alunos a compreenderem as Práticas Científicas e a relacioná-las com o

---

<sup>20</sup> Padrões nacionais para a Educação Científica.

conhecimento científico. A terceira dimensão descreve partes essenciais das disciplinas científicas a serem abordadas. Abrange aspectos do conhecimento científico, tidas como essenciais para a compreensão de distintos fenômenos (NRC 2012).

Segundo Houseal (2016) existem conexões explícitas entre as três dimensões da aprendizagem científica, que podem ajudar os instrutores (professores) a lidar com perguntas distintas dos aprendizes (alunos), tais como: Por que aprender isso? Como isso me ajuda a entender as outras coisas (fenômenos)? A autora enfatiza que por meio da articulação entre as três dimensões, ao possibilitar uma visão para a educação em ciências na qual os alunos, ao longo de vários anos de escola, se envolvam ativamente em Práticas Científicas e apliquem os Conceitos Transversais para aprofundar sua compreensão das Ideias Centrais, pode ajudá-los a se envolver com questões fundamentais sobre o mundo e como os cientistas investigam e encontram respostas para algumas questões.

Propor uma aprendizagem científica que articule essas dimensões, tem por objetivo, a formação de um cidadão crítico, questionador e que pode continuar a aprender ciência durante toda a sua vida, mesmo depois do período formal de escolarização. E para que isso ocorra, é necessário que os alunos identifiquem a ciência como parte integrante de suas vidas e que, por meio dela, seja possível ampliar a visão da realidade e a resolver problemas.

A seguir, explicitaremos a primeira dimensão mencionada, ou seja, as Práticas Científicas, de acordo com o NRC (2012) e NGSS (2013). As outras duas dimensões – os Conceitos Transversais e as Ideias Centrais Disciplinares – não serão discutidas nesta pesquisa uma vez que pretendemos, neste momento, focalizar as Práticas Científicas, detalhando cada uma delas.

As Práticas Científicas não se referem somente às atividades que envolvem a etapa experimental em ciências, mas englobam um conceito mais amplo. As PC descrevem ações associadas ao fazer ciência, ou seja, indicam atitudes que os cientistas utilizam para investigar e construir teorias e modelos a respeito dos fenômenos. O termo “prática” é usado no lugar de habilidade para enfatizar que o envolvimento em investigações científicas requer não somente habilidades, mas também o conhecimento, que é específico para cada prática (NRC, 2012). Reforçando esse entendimento, “[...] o envolvimento em investigações científicas requer articulação, ambos de conhecimentos e de habilidades, simultaneamente” (NRC,

2012, p. 41, tradução nossa)<sup>21</sup>. Nesta perspectiva, engajar-se em Práticas Científicas ajuda os alunos a entenderem como os conhecimentos científicos se desenvolvem, fornecendo-lhes condições para a apreciação de múltiplas abordagens para investigar, modelar e compreender o mundo.

As investigações científicas demandam dos alunos o alcance de algumas práticas, cada uma com suas especificidades, que podem ser: práticas cognitivas, que se constituem no desenvolvimento da percepção e do raciocínio científico; práticas sociais, ou seja, reconhecer a influência do contexto, na elaboração, construção e aceitação do conhecimento científico; e práticas físicas, aquelas necessárias à compreensão do meio físico, por si próprio, e por meio da colaboração de outros indivíduos, por meio das leis, das teorias e da experimentação, com o objetivo de que os alunos se envolvam por si mesmos. De acordo com o NRC (2012):

Como em toda abordagem baseada em investigação para o ensino das ciências, nossa expectativa é que os alunos se envolvam por si mesmos nas práticas e não aprendam de forma passiva. Os alunos não podem compreender as Práticas Científicas, nem apreciar plenamente a natureza do próprio conhecimento científico, sem experimentar diretamente as práticas por si próprios. (NRC, 2012, p. 30, tradução nossa)<sup>22</sup>.

A ideia de ciência como um conjunto de práticas surgiu a partir da contribuição de historiadores, filósofos, sociólogos e psicólogos ao longo dos últimos 60 anos, com a finalidade de ressaltar como a Ciência é realmente construída, abarcando um conjunto de práticas que inclui o desenvolvimento da teoria, do raciocínio, e dos testes que abrangem a participação de outras pessoas e instituições (comunidades), com uma maneira especializada de falar, com o uso de sistemas e modelos para representar fenômenos, construção de instrumentação adequada e pelos testes de hipóteses por experimentação ou observação.

Esta é uma visão mais ampla da Ciência que visa minimizar a tendência em reduzir a prática a somente um conjunto de procedimentos, identificação

---

<sup>21</sup> Texto, no original: “We use the term “practices,” instead of a term such as “skills,” to stress that engaging in scientific inquiry requires coordination both of knowledge and skill simultaneously.” (NRC 2012, p. 41).

<sup>22</sup> Texto, no original: “As in all inquiry-based approaches to science teaching, our expectation is that students will themselves engage in the practices and not merely learn about them secondhand. Students cannot comprehend scientific practices, nor fully appreciate the nature of scientific knowledge itself, without directly experiencing those practices for themselves”. (NRC, 2012, p. 30).

de variáveis, classificação e verificação de erros. Além disso, os procedimentos não podem estar isolados dos conteúdos da Ciência, assim é importante que as práticas sejam um meio de desenvolver uma compreensão mais aprofundada dos conceitos e dos propósitos da Ciência. Portanto, o engajamento nas Práticas Científicas possibilita que os alunos conheçam como os conceitos científicos foram construídos e porque algumas teorias estão mais estabelecidas do que outras (NRC, 2012).

Em pesquisas no âmbito internacional, autores têm discutido as PC no contexto da formação inicial de professores analisando suas compreensões, intenções e emoções ao usarem as Práticas Científicas como uma abordagem pedagógica alternativa (Jimenez-Liso *et al.*, 2021).

No trabalho de Stephenson *et al.* (2020), os autores elaboraram e validaram tarefas de avaliação a serem realizadas por alunos em aulas de laboratório de Química Geral, a fim de envolver os alunos em Práticas Científicas.

Em um outro trabalho, Carmel *et al.* (2019) procuram caracterizar a presença das PC em roteiros experimentais, buscando comparar a incidência destas práticas em aulas de laboratório tradicionais e nas de caráter investigativo.

Osborne (2014) discute a respeito do objetivo da ciência que está em descobrir novos conhecimentos sobre o mundo natural, diferentemente do objetivo de aprender ciência, que está em construir uma compreensão do conhecimento existente e, também, como um meio de desenvolver uma compreensão da natureza da investigação científica. Desta forma, as PC são importantes, pois elas motivam a construção do conhecimento tanto na confirmação das alegações ou na análise dos erros ocorridos, quanto por meio do uso de modelos, do raciocínio e de evidências, para a elaboração de argumentos necessários para a investigação.

No trabalho desenvolvido por Ricketts (2014), a autora apresenta as PC como uma abordagem para a educação em ciências, com o intuito de formar cidadãos bem informados e que, em seu cotidiano, consigam raciocinar criticamente quando a ciência está envolvida. A autora destaca também que os professores precisam de uma formação adequada em cada uma das práticas. Desta maneira, em seu estudo, a autora analisa uma proposta formativa desenvolvida ao longo de um semestre, com 19 professores em formação, a respeito das PC. Os registros analisados foram as reflexões dos participantes, os planos de aula e o vídeo das regências. Como resultados, a autora destaca que as ideias dos professores sobre as PC deram ênfase para a argumentação e comunicação dos cientistas, para o

pensamento crítico, e na elaboração e resolução de perguntas, como objetivos da ciência. As dificuldades encontradas correspondem a: confusão entre o propósito da modelagem e sua análise e confusão entre a argumentação e a construção de explicações. Ou seja, o uso das Práticas Científicas apresenta pontos fortes e fracos no ensino e aprendizagem de ciências, exigindo certo domínio entre conhecimentos de conteúdo, conhecimentos pedagógicos e o conhecimentos sobre o ensino das práticas.

Nota-se, no contexto internacional, pesquisas que investigaram as Práticas Científicas em situações de ensino, de aprendizagem e também na formação de professores.

No contexto nacional, podemos citar a pesquisa de Nora (2017) que em sua dissertação buscou investigar o potencial de questões da prova do PISA em envolver os alunos em dimensões científicas específicas, entre elas as Práticas Científicas.

Na pesquisa desenvolvida por Costa (2021), o autor realizou uma revisão bibliográfica sistemática de artigos envolvendo as Práticas Científicas disponíveis nas bases de dados ERIC, *Scielo*, *Scopus* e *Web of Science*. Na análise dos 44 artigos, o autor identificou as características das publicações, as compreensões e os contextos em que as Práticas Científicas estavam envolvidas. Os resultados apontaram que cerca de 60% dos artigos correspondem a publicações da América do Norte e 40% de outros países da América do Sul e demais continentes, ou seja, este é um tema de repercussão internacional. Cerca de 25% das publicações foram de natureza teórica. O autor ressalta que ainda existem lacunas a serem investigadas envolvendo as PC, evidenciadas pela ausência de estudos que apresentam discussões para cada uma delas, destacando:

Também são necessárias mais investigações que pesquisem as relações entre as Práticas Científicas e os alunos (aprendizagem) e as Práticas Científicas e o professor (ensino). Pesquisas nesse sentido podem ajudar a esclarecer: Como os alunos se envolvem com as Práticas Científicas? Como organizar o ensino de modo a promover as Práticas Científicas? Como articular as Práticas Científicas com outras dimensões da aprendizagem? E quais as relações entre as Práticas Científicas, disciplinas e conteúdos específicos? (Costa, 2021, p. 6).

No trabalho de Costa, Broietti e Obara (2021), os autores analisaram as gravações de uma oficina temática desenvolvida em duas turmas do Ensino Médio

e questionários respondidos pelos alunos. O objetivo da oficina era discutir a composição, as propriedades e a eficácia dos anticoncepcionais masculinos e foi realizada em uma escola do sul do Brasil. O estudo foi norteado pelos seguintes objetivos: Identificar as Práticas Científicas em que os alunos do Ensino Médio se envolveram durante a oficina temática, e discutir a utilização de oficinas temáticas como uma forma de promoção das PC. As análises mostraram que os alunos se engajaram em seis das oito Práticas Científicas: Fazer perguntas (PC1), Planejar e realizar investigação (PC3), Analisar e interpretar dados (PC4), Construir explicações (PC6), Argumentar a partir de evidências (PC7), e Obter, avaliar e comunicar a informação (PC8). Os resultados obtidos contribuem para discussões sobre Práticas Científicas e discussões sobre o uso de oficinas temáticas como forma de promover Práticas Científicas.

Lima, Broietti e Lima (2022) analisaram respostas de estudantes do quarto ano do curso de Licenciatura em Química, realizadas em atividades pré e pós-experimento em sala da aula, ocorridas em formato remoto. A pesquisa teve como objetivo analisar as dimensões da aprendizagem científica evidenciadas em aulas remotas, utilizando vídeos de experimentos científicos como recurso tecnológico. Mediante as análises, foram identificadas cinco das oito práticas científicas, quatro dos sete conceitos transversais e conteúdos relacionados a um dos grupos de ideias centrais disciplinares. As atividades propostas foram desenvolvidas a partir de uma situação problema, o que promoveu uma participação ativa dos estudantes, e seu engajamento nas distintas dimensões, contribuindo assim para a aprendizagem científica e a promoção do letramento científico. Assim, as dimensões da aprendizagem científica podem servir como uma abordagem de ensino e aprendizagem que favorece a construção do conhecimento científico.

Nora e Broietti (2022) analisaram gravações de aulas de Química, de caráter expositivo e experimental, lecionadas a alunos do Ensino Médio, e identificaram indícios de sete das oito Práticas Científicas. As mais expressivas foram: PC1 – Fazer perguntas, PC3 – Planejar e realizar investigações e PC6 – Construir explicações. Por meio destas PC foi possível traçar um perfil para cada uma das aulas investigadas. Na aula expositiva, que estava centrada na exposição do conteúdo propriedades periódicas, foram evidenciadas a (PC1), uma vez que a professora mediou a aula a partir de questionamentos, possibilitando o aprofundamento e a explicação (PC6) dos tópicos pretendidos. Na aula experimental, realizada no



laboratório de ciências da escola, a ênfase das ações docentes centraram-se na realização do experimento (PC3) a respeito das propriedades das substâncias; o professor durante toda a aula, utilizou-se de perguntas (PC1) para envolver os alunos na investigação e estimular a reflexão. Por fim, os autores apontam que se o professor conhecer adequadamente, cada uma das PC, poderá planejar e conduzir suas aulas procurando diversificá-las, desenvolvendo atividades nas quais os alunos tenham a possibilidade de se envolver em todas elas.

O NRC (2012) descreve oito práticas, apresentadas no Quadro 2, consideradas essenciais a serem desenvolvidas pelos alunos até chegarem ao nível K-12, equivalente, no Brasil, ao 3º ano do Ensino Médio. Vale destacar que as Práticas Científicas são desenvolvidas de forma interativa e em combinação, não devendo ser vistas como uma sequência linear de passos a serem tomados, na ordem apresentada.

A seguir, apresentamos no Quadro 1, uma breve descrição de cada uma das oito Práticas Científicas.

**Quadro 1 – Práticas Científicas e suas descrições**

<b>Práticas Científicas (PC)</b>	<b>Descrição</b>
<b>PC1 Fazer perguntas</b>	Consiste em fazer perguntas sobre um fenômeno. Pode ocorrer por meio da observação de padrões/regularidades e contradições, nas observações dos fenômenos e construção de modelos.
<b>PC2 Desenvolver e usar modelos</b>	Envolve a construção e utilização de uma ampla variedade de modelos (simulações, desenhos, diagramas) para ajudar a desenvolver explicações e entendimentos sobre fenômenos naturais. Os modelos e analogias são úteis para exteriorizar o entendimento de uma situação ou conceito, na discussão e comunicação de ideias, na previsão e investigação.
<b>PC3 Planejar e realizar investigações</b>	Apoia-se em planejar e conduzir uma investigação sistemática, que requer o controle de variáveis dependentes e independentes. Pode ocorrer no campo ou no laboratório, experimental ou observacional. Requer decisão adequada na coleta de dados e instrumentos necessários, na percepção de relações causais, na precisão, nos dados confiáveis.
<b>PC4 Analisar e interpretar dados</b>	Consiste em analisar os dados sistematicamente, advindos de uma investigação científica, testá-los com as hipóteses iniciais, reconhecer conflitos, a fim de transformá-los em informação e/ou conhecimento, por meio de recursos apropriados para, posteriormente, comunicá-los a outros indivíduos ou grupos. A organização dos dados pode ser por meio de tabelas e gráficos. A análise dos dados ocorre por meio da identificação de padrões, relações, reconhecimento de conflitos, para isso, a matemática e estatística podem ser importantes.
<b>PC5 Utilizar matemática e o pensamento computacional</b>	Compreende o uso de abordagens matemática e computacional que permitem previsões do comportamento de sistemas físicos e o teste de tais previsões, por meio dos dados inseridos, reconhecimento e relações quantitativas. Ocorre no uso da matemática como forma de representação de variáveis, no uso de gráficos

	e estatística, reconhecimento de quantidades dimensionais e da natureza de simuladores.
<b>PC6 Construir explicações</b>	Consiste em aplicações da teoria para uma situação específica ou fenômeno. Esta prática compreende a construção lógica de explicações coerentes de fenômenos que incorporam a compreensão atual da Ciência, ou um modelo que o representa, e são consistentes com a evidência disponível. As explicações podem basear-se em observações dos fenômenos, demonstrando o entendimento do fenômeno, para em seguida, o uso de evidências como suporte para apoiar ou refutar as explicações, próprias e a dos outros.
<b>PC7 Argumentar a partir de evidências</b>	Concebe-se que uma boa argumentação científica é fundamentada por evidências, sendo possível examinar seu próprio entendimento e a dos outros. Na Ciência, raciocínio e argumentação são essenciais para identificar os pontos fortes e fracos de uma linha de pensamento e para encontrar a melhor explicação para um fenômeno natural. A identificação de falhas pode promover a reflexão e a melhora na argumentação, desenvolvendo a criticidade, somando-se a isso o debate acerca das controvérsias científicas. Reconhecer a revisão por pares e suas limitações, importantes no julgamento da comunidade científica.
<b>PC8 Obter, avaliar e comunicar a informação</b>	Compreende a comunicação de ideias e dos resultados da investigação, que podem ser exteriorizadas, oralmente ou por escrito, e do engajamento nas discussões com os seus pares. A Ciência não pode avançar se os cientistas são incapazes de comunicar claramente suas descobertas e aprender sobre os resultados dos outros cientistas. Para isso, é importante usar linguagem apropriada (palavras, tabelas, diagramas, expressões matemáticas) para ler, reconhecer e comunicar o entendimento científico, assim como discutir sua confiabilidade e conclusões.

**Fonte:** adaptado do NRC (2012, tradução nossa).

A seguir discutiremos, de forma detalhada, cada uma das PC, apresentando características adicionais.

### 1.3.1 PC1 – Fazer perguntas

A Prática Científica 1 é essencial para desenvolver hábitos científicos e um importante componente do letramento científico. Elas são úteis para indagar o mundo natural, reformular perguntas que antes eram mais amplas, identificar premissas de um argumento, padrões e contradições em questões já elaboradas. As perguntas podem ser oriundas de uma variedade de caminhos: podem ser acionadas pela curiosidade; podem ser inspiradas por um modelo ou na tentativa de aperfeiçoar um modelo ou teoria; ou podem resultar da necessidade de proporcionar melhores soluções para um problema (NRC, 2012).

Gil Perez *et al.* (2001) apontam que para a construção do conhecimento científico é importante uma análise qualitativa significativa, que ajuda na formulação de perguntas operativas sobre o que se procura, e a definir e enquadrar melhor a situação de estudo. De acordo com a matriz de ciências do PISA, reconhecer

questões que possam ser investigadas é uma forma para desenvolver o letramento científico que: “é dependente da capacidade de discriminar questões científicas de outras formas de investigação, ou reconhecer questões que poderiam ser investigadas cientificamente em um dado contexto” (OECD, 2013, p. 15). De acordo com Osborne (2014), fazer questões ajuda a acompanhar as ideias principais relacionadas ao tema proposto, e também a checar e avaliar se o conteúdo está sendo compreendido.

A seguir, apresentamos algumas características esperadas dos alunos, de acordo com as etapas de ensino, segundo o NGSS (2013).

**Quadro 2 – Características da PC1 nas diferentes etapas de ensino**

Nível de Ensino	Características esperadas dos alunos
<b>Ensino Fundamental</b>  <b>Anos Iniciais<sup>23</sup></b>	Formular questões baseia-se em experiências anteriores e progride para questões descritivas simples que podem ser testadas. Progride para questões que especifiquem relações qualitativas. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fazer questões com base em observações para encontrar mais informações sobre o mundo natural e/ou projetado. Avançar com perguntas sobre o que aconteceria se uma variável fosse alterada;</li> <li>- Questionar e/ou identificar questões que podem ser respondidas por uma investigação. Avançar para identificar questões científicas (testáveis) e não científicas (não testáveis); e também prever resultados razoáveis com base em padrões como relações de causa e efeito.</li> </ul>
<b>Ensino Fundamental</b>  <b>Anos Finais</b>	Formular questões nos Anos Finais baseia-se nas experiências dos Anos Iniciais e avançar para especificar relações entre variáveis e esclarecer argumentos e modelos. Assim, formular questões: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Que surgem da observação cuidadosa de fenômenos, modelos ou resultados inesperados, para esclarecer e/ou buscar informações adicionais;</li> <li>- Para identificar e/ou esclarecer evidências e/ou premissa de um argumento;</li> <li>- Para determinar relações entre variáveis independentes e dependentes e relações em modelos;</li> <li>- Para esclarecer e/ou refinar um modelo ou uma explicação;</li> <li>- Que requerem evidência empírica suficiente e apropriada para responder;</li> <li>- Que podem ser investigadas no âmbito da sala de aula, ambiente ao ar livre e museus e outras instalações públicas com recursos disponíveis e, quando apropriado, formular uma hipótese com base em observações e princípios científicos;</li> <li>- Que desafiam a premissa de um argumento ou a interpretação de um conjunto de dados.</li> </ul>

<sup>23</sup> Consideramos aqui os seguintes termos e equivalências, em relação ao ensino regular: no Brasil - Ensino Fundamental (idade de 6 a 14 anos), sendo: Anos Iniciais – 1º ao 5º ano, Anos Finais – 6º ao 9º ano; Ensino Médio (idade de 15 a 17 anos) sendo do 1º ao 3º ano. Disponível em: [http://www.brasil.gov.br/educacao/2014/05/saiba-como-e-a-divisao-do-sistema-de-educacao-brasileiro/image\\_view\\_fullscreen](http://www.brasil.gov.br/educacao/2014/05/saiba-como-e-a-divisao-do-sistema-de-educacao-brasileiro/image_view_fullscreen). Acesso em: 05 abr. 2019. Equivalências ao ensino americano – Elementary Grades or Elementary School (grades 1-5), Middle School (grades 6-8) e High School (grades 9-12). Fonte: (NGSS, 2013). Disponível em: <http://www.nextgenscience.org/sites/default/files/Appendix%20I%20>.

<b>Ensino Médio</b>	<p>Formular questões no Ensino Médio baseia-se em experiências dos Anos Finais e progride para formular, refinar e avaliar questões empiricamente testáveis.</p> <p>Avaliar uma questão para determinar se ela é testável e relevante;</p> <p>Fazer perguntas que possam ser investigadas dentro do escopo do laboratório da escola, instalações de pesquisa ou campo (ambiente externo) com os recursos disponíveis e, quando apropriado, elaborar uma hipótese baseada em um modelo ou teoria;</p> <p>Questionar e/ou avaliar perguntas que desafiem as premissas de um argumento, a interpretação de um conjunto de dados ou a adequação de um projeto.</p> <p>Formular questões:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Que surgem da observação cuidadosa de fenômenos, ou resultados inesperados, para esclarecer e ou buscar informações adicionais;</li> <li>- Que surgem do exame de modelos ou de uma teoria, para esclarecer e/ou buscar informações e relações adicionais;</li> <li>- Para determinar relações, incluindo relações quantitativas, entre variáveis independentes e dependentes;</li> <li>- Para esclarecer e refinar um modelo ou uma explicação.</li> </ul>
---------------------	---

**Fonte:** adaptado de NGSS (2013, tradução nossa).

Nesse sentido, os alunos de qualquer nível de ensino precisam ser estimulados a fazer perguntas uns aos outros sobre os textos que leem, as características dos fenômenos que observam e as conclusões que retiram de seus modelos ou de suas investigações científicas. Com o avanço do nível escolar, as questões necessitam ficar cada vez mais elaboradas. Isto exige que, em sala de aula, com o auxílio do professor, seja estimulada a valorização das boas perguntas e possibilitada a oportunidade para os alunos aprimorarem suas perguntas e estratégias de questionamento.

### 1.3.2 PC2 – Desenvolver e utilizar modelos

A Prática Científica 2 engloba o uso de diagramas, representações matemáticas, analogias e simulações computacionais, com a finalidade de contribuir para que se exteriorize aquilo que se pensa sobre uma situação ou um conceito. Embora estes modelos não correspondam exatamente à entidade que está sendo modelada, carregam certas características, enquanto minimizam e obscurecem outras. Os cientistas usam modelos para representar seu entendimento de um sistema em estudo, para previsões, para descobrir padrões, para auxiliar no desenvolvimento de perguntas e explicações, e para comunicar ideias aos outros (NRC, 2012).

Para Osborne (2014), os modelos como o modelo de Bohr, são representações que ajudam na elaboração de explicações, nas previsões, e também como uma forma de organizar um argumento. Morgan e Morrison (1999 *apud* Batista;

Salvi; Lucas, 2011) relatam que os modelos ajudam no desenvolvimento da autonomia do estudante e na relação entre o que se sabe do mundo e as teorias:

[...] modelos são considerados tecnologias capazes de fornecer instrumentos de investigação que possibilitam a compreensão de teorias e do mundo. Suas principais características envolvem autonomia, poder representacional e capacidade de promover relações entre teorias científicas e o mundo [...]. (Morgan; Morrison, 1999 *apud* Batista; Salvi; Lucas, 2011, p. 3).

A seguir, apresentamos algumas características esperadas dos alunos, de acordo com as etapas de ensino, segundo o NGSS (2013):

**Quadro 3 – Características da PC2 nas diferentes etapas de ensino**

Nível de Ensino	Características esperadas dos alunos
<b>Ensino Fundamental</b> <b>Anos Iniciais</b>	Desenvolver e usar modelos; baseiam-se em experiências anteriores e avançam para incluir o uso e desenvolvimento de modelos (ou seja, diagrama, desenho, réplica física, diorama <sup>24</sup> , dramatização ou storyboard <sup>25</sup> ) que representam eventos concretos. Avançam para a construção e revisão de modelos simples e o uso de modelos para representar eventos. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Distinguir entre um modelo e o objeto, processo e/ou eventos reais que o modelo representa;</li> <li>- Comparar modelos para identificar características e diferenças comuns. Avançam para identificar as limitações dos modelos;</li> <li>- Desenvolver e/ou usar um modelo para representar quantidades, relações, escalas relativas (maior, menor) e/ou padrões no mundo natural e projetado;</li> <li>- Desenvolver e/ou revisar de forma colaborativa um modelo baseado em evidências que mostram as relações entre as variáveis para eventos de ocorrência frequente e regular;</li> <li>- Desenvolver um modelo usando uma analogia, exemplo ou representação abstrata para descrever um princípio científico ou solução de design;</li> <li>- Desenvolver e/ou usar modelos para descrever e/ou prever fenômenos;</li> <li>- Usar um modelo para testar relações de causa e efeito ou interações relacionadas ao funcionamento de um sistema natural ou projetado.</li> </ul>
<b>Ensino Fundamental</b> <b>Anos Finais</b>	A modelagem nos Anos Finais baseia-se em experiências dos Anos Iniciais e avança para desenvolver, usar e revisar modelos para descrever, testar e prever fenômenos mais abstratos. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avaliar as limitações de um modelo;</li> <li>- Desenvolver ou modificar um modelo - com base em evidências - para corresponder ao que acontece se uma variável ou componente de um sistema é alterado;</li> <li>- Usar e/ou desenvolver um modelo de sistemas simples com fatores incertos e menos previsíveis;</li> <li>- Desenvolver e/ou revisar um modelo para mostrar as relações entre as variáveis, incluindo aquelas que não são observáveis, mas fenômenos observáveis previsíveis;</li> </ul>

<sup>24</sup> Segundo o dicionário Michaelis: 1 - Quadro cênico de grandes dimensões, com iluminação especial, para dar movimento e tridimensionalidade ao reproduzir cenas e paisagens; 3 - Local apropriado, com base e fundo pintados, para tornar as exposições mais reais; 4 - Qualquer espécie de artesanato que utiliza miniaturas em quadros com proteção de vidro. (Diorama, 2020).

<sup>25</sup> Segundo o dicionário Michaelis: Sequência cronológica de desenhos, seguidos de texto ou áudio, que apresentam as principais ações, efeitos visuais e sonoros etc. para um filme, programa ou anúncio de televisão. (Storyboard, 2020).

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolver e/ou usar um modelo para prever e/ou descrever fenômenos; para descrever mecanismos não observáveis;</li> <li>- Desenvolver e / ou usar um modelo para gerar dados para testar ideias sobre fenômenos em sistemas naturais ou projetados, incluindo aqueles que representam entradas e saídas, e aqueles em escalas não observáveis.</li> </ul>
<b>Ensino Médio</b>	<p>A modelagem no Ensino Médio baseia-se em experiências dos Anos Finais e avança para usar, sintetizar e desenvolver modelos para prever e mostrar relações entre variáveis, sistemas e seus componentes nos mundos natural e projetado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avaliar os méritos e limitações de dois modelos diferentes do mesmo processo, mecanismo ou sistema proposto, a fim de selecionar ou revisar um modelo que melhor se adapte às evidências ou critérios de projeto;</li> <li>- Projetar um teste de um modelo para verificar sua confiabilidade;</li> <li>- Desenvolver, revisar e/ou usar um modelo baseado em evidências para ilustrar e/ou prever as relações entre sistemas, ou entre componentes de um sistema;</li> <li>- Desenvolver e/ou usar vários tipos de modelos para fornecer contas mecanicistas e/ou prever fenômenos e mover-se com flexibilidade entre os tipos de modelo com base em méritos e limitações;</li> <li>- Desenvolver um modelo complexo que permita a manipulação e teste de um processo ou sistema proposto;</li> <li>- Desenvolver e/ou usar um modelo (incluindo matemático e computacional) para gerar dados para dar suporte a explicações, prever fenômenos e analisar sistemas.</li> </ul>

Fonte: adaptado de NGSS (2013, tradução nossa).

A progressão no desenvolvimento dessa prática ao longo dos anos de escolarização se dá a partir de modelos de imagens concretas. Modalidades mais sofisticadas de modelos são esperados à medida que se elevam os graus de estudo e o nível de conhecimento. Assim, a qualidade do modelo, depende do conhecimento prévio do aluno e de sua capacidade de compreender o sistema a ser modelado e, com o tempo, este entendimento é desenvolvido, tornando-se mais específico (NRC, 2012).

### 1.3.3 PC3 – Planejar e realizar investigações

A Prática Científica 3 exige a capacidade de projetar investigações experimentais ou observacionais (realizada no campo ou no laboratório) que são apropriadas para responder à questão que se coloca, ou testar uma hipótese que foi formulada. Este processo começa por identificar as variáveis relevantes, e considerar como elas podem ser observadas, medidas e controladas. Para isso, é importante a formulação de hipóteses; decisão de quais e quantos dados serão coletados; quais ferramentas são necessárias para coletar, medir e registrar; assegurar o controle da investigação (NRC, 2012). Gil Perez *et al.* (2001) apontam que a prática experimental nas montagens e medidas, como a formulação de estratégias, pode contribuir na resolução da questão de pesquisa.

A seguir, apresentamos no Quadro 4, algumas características esperadas dos alunos, de acordo com as etapas de ensino, segundo o NGSS (2013):

**Quadro 4 – Características da PC3 nas diferentes etapas de ensino**

Nível de Ensino	Características esperadas dos alunos
<b>Ensino Fundamental Anos Iniciais</b>	<p>Planejar e realizar investigações nos Anos Iniciais: baseiam-se em experiências anteriores e avançam para investigações simples, com base em testes controlados que fornecem dados para dar suporte a explicações. Progridem para incluir investigações que controlam variáveis e fornecem evidências para apoiar explicações.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Com orientação, planejar e conduzir uma investigação em colaboração com colegas;</li> <li>- Planejar e conduzir uma investigação de forma colaborativa para produzir dados que sirvam de base às evidências para responder a uma pergunta. Progridem para gerar evidências usando testes controlados nos quais as variáveis são controladas e o número de ensaios considerados;</li> <li>- Avaliar diferentes formas de observar e/ou medir um fenômeno para determinar de que forma pode responder a uma pergunta. Progridem para avaliar métodos e/ou ferramentas apropriadas para coletar dados;</li> <li>- Fazer observações (própria ou da mídia) e/ou medições para coletar dados que podem ser usados para fazer comparações. Avançam para produzir dados que sirvam como base para evidências para uma explicação de um fenômeno;</li> <li>- Fazer previsões com base em experiências anteriores. Avançam para fazer previsões sobre o que aconteceria se uma variável mudasse;</li> <li>- Testar dois modelos diferentes do mesmo objeto ou processo proposto para determinar qual atende melhor aos critérios de sucesso.</li> </ul>
<b>Ensino Fundamental Anos Finais</b>	<p>Planejar e realizar investigações nos Anos Finais: baseiam-se em experiências e avanços dos Anos Iniciais para incluir investigações que usam múltiplas variáveis e fornecem evidências para apoiar explicações.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planejar uma investigação individual e colaborativamente: identificar variáveis e controles independentes e dependentes, quais ferramentas são necessárias para fazer a coleta, como as medições serão registradas e quantos dados são necessários para apoiar uma reclamação;</li> <li>- Conduzir uma investigação e/ou avaliar e/ou revisar o desenho experimental para produzir dados que sirvam de base a evidências que atendam aos objetivos da investigação;</li> <li>- Avaliar a precisão de vários métodos de coleta de dados;</li> <li>- Coletar dados para produzir informações que sirvam como base para evidências para responder a perguntas científicas.</li> </ul>
<b>Ensino Médio</b>	<p>Planejar e realizar investigações no Ensino Médio: baseiam-se em experiências e avanços dos Anos Finais para incluir investigações que fornecem evidências e testam modelos conceituais, matemáticos, físicos e empíricos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planejar uma investigação individual e colaborativamente para produzir dados que sirvam como base para evidências como parte da construção e revisão de modelos, apoiando explicações para fenômenos. Considerar também possíveis variáveis de confusão ou efeitos e avaliar o projeto da investigação para garantir que as variáveis sejam controladas;</li> <li>- Planejar e conduzir uma investigação individual e colaborativamente para produzir dados que sirvam como base para evidências: decidir sobre os tipos, quanto e a precisão dos dados necessários para produzir medições confiáveis e considerar as limitações na precisão dos dados (por exemplo, número de tentativas, custo, risco, tempo);</li> <li>- Planejar e conduzir uma investigação de maneira segura e ética, incluindo considerações de impactos ambientais, sociais e pessoais;</li> <li>- Selecionar as ferramentas apropriadas para coletar, registrar, analisar e avaliar os dados;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fazer hipóteses direcionais que especificam o que acontece a uma variável dependente quando uma variável independente é manipulada;</li> <li>- Manipular variáveis e coletar dados sobre um modelo complexo de um processo ou sistema proposto para identificar pontos de falha ou melhorar o desempenho em relação aos critérios de sucesso ou outras variáveis.</li> </ul>
--	---

**Fonte:** adaptado de NGSS (2013, tradução nossa).

Os alunos precisam ter a oportunidade de planejar e realizar vários e diferentes tipos de investigações ao longo da escolarização regular. Em todos os níveis necessitam se envolver em investigações que podem tanto ser estruturadas pelo professor, quanto aquelas que emergem dos alunos a partir de suas próprias questões. Portanto, eles precisam de oportunidades para que possam realizar investigações e, assim, aprender a importância da tomada de decisões (como e o que medir, o que manter constante, como selecionar ou construir instrumentos de coleta de dados) que sejam adequadas às necessidades de uma investigação, reconhecendo também que o laboratório não é um campo exclusivo para isso (NRC, 2012).

#### 1.3.4 PC4 –Analisar e interpretar dados

Em relação à Prática Científica 4, uma vez que os dados são coletados, devem ser apresentados de forma que possam revelar padrões e relações que permitam ser comunicados aos outros. A principal prática dos cientistas é organizar e interpretar dados por meio de tabulações, gráficos e análises estatísticas. Tais análises podem revelar o significado dos dados e sua relevância, e então eles podem ser usados como evidências. Para isso, é importante a análise sistemática na procura de padrões e consistência com as hipóteses iniciais; reconhecer conflitos nos dados; utilizar a tecnologia computacional para comparar, resumir, exibir os dados e explorar relações entre as variáveis; avaliar se as inferências estão coerentes com os dados; distinguir relações causais e correlacionais; coletar dados e analisar o empenho de modelos, sob condições determinadas (NRC, 2012).

Gil Perez *et al.* (2001) afirmam que a interpretação corresponde a uma análise atenta dos resultados, o que ocorre à luz dos conhecimentos disponíveis e das hipóteses realizadas. Além disso, interpretar dados e evidências cientificamente é uma das três competências exigidas na prova do PISA, importante aspecto do letramento científico (OECD, 2013).



A seguir, apresentamos no Quadro 5 algumas características esperadas dos alunos, de acordo com as etapas de ensino, segundo o NGSS (2013):

**Quadro 5 – Características da PC4 nas diferentes etapas de ensino**

Nível de Ensino	Características esperadas dos alunos
<b>Ensino Fundamental Anos Iniciais</b>	<p>A análise de dados nos Anos Iniciais baseia-se em experiências anteriores e progride para coletar, registrar e compartilhar observações; avança para a introdução de abordagens quantitativas na coleta de dados e na realização de testes qualitativos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registrar informações (observações, pensamentos e ideias). Progridem para comparar e contrastar dados coletados por diferentes grupos para discutir semelhanças e diferenças em suas descobertas;</li> <li>- Usar e compartilhar figuras, desenhos e/ou escritos de observações. Progridem para analisar e interpretar dados a fim de entender os fenômenos, usando raciocínio lógico, matemática e/ou computação;</li> <li>- Usar observações (próprias ou da mídia) para descrever padrões e/ou relações no mundo natural e projetado, a fim de responder a perguntas científicas e resolver problemas. Avancam para a representação de dados em tabelas e/ou displays gráficos para revelar padrões que indicam relações;</li> <li>- Comparar previsões com o que ocorreu (eventos observáveis).</li> </ul>
<b>Ensino Fundamental Anos Finais</b>	<p>A análise de dados nos Anos Finais baseia-se nas experiências dos Anos Iniciais e progride para estender a análise quantitativa às investigações, distinguindo entre correlação e causalidade; avançam para o uso de técnicas estatísticas básicas de dados e análise de erros.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construir, analisar e/ou interpretar exibições gráficas de dados e/ou grandes conjuntos de dados para identificar relações lineares e não lineares;</li> <li>- Usar exibições gráficas (por exemplo, mapas, tabelas, gráficos e/ou tabelas) de grandes conjuntos de dados para identificar relações temporais e espaciais;</li> <li>- Distinguir entre relações causais e correlacionais nos dados;</li> <li>- Analisar e interpretar dados para fornecer evidências de fenômenos;</li> <li>- Aplicar conceitos de estatística e probabilidade (incluindo média, mediana, modo e variabilidade) para analisar e caracterizar dados, usando ferramentas digitais sempre que possível;</li> <li>- Considerar as limitações da análise de dados (por exemplo, erro de medição) e procurando melhorar a precisão e exatidão dos dados com melhores ferramentas e métodos tecnológicos (por exemplo, várias tentativas);</li> <li>- Analisar e interpretar dados para determinar semelhanças e diferenças nas descobertas.</li> </ul>
<b>Ensino Médio</b>	<p>A análise de dados para o Ensino Médio baseia-se nas experiências do Ensino Fundamental e progride para introduzir análises estatísticas mais detalhadas, a comparação de conjuntos de dados para obter consistência e o uso de modelos para gerar e analisar dados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisar dados usando ferramentas, tecnologias e/ou modelos (computacionais, matemáticos) para fazer reivindicações científicas válidas e confiáveis;</li> <li>- Aplicar conceitos de estatística e probabilidade (ajustes de função a dados, inclinação, interceptação e coeficiente de correlação para ajustes lineares) a questões e problemas científicos, usando ferramentas digitais sempre que possível;</li> <li>- Considerar as limitações da análise de dados (erro de medição, seleção de amostra) ao analisar e interpretar dados;</li> <li>- Comparar e contrastar vários tipos de conjuntos de dados (autogerado, arquivamento) para examinar a consistência das medições e observações;</li> <li>- Avaliar o impacto de novos dados em uma explicação e/ou modelo de trabalho de um processo ou sistema proposto.</li> </ul>

Fonte: adaptado de NGSS (2013, tradução nossa).

Nos Anos Iniciais, os alunos necessitam de apoio para reconhecer a necessidade de registrar as observações em desenhos, palavras ou números e compartilhá-los com outros. Quando eles se envolvem na investigação científica mais profundamente, eles precisam começar a recolher dados de forma categórica ou numérica para apresentação de uma forma que facilite a interpretação, tais como tabelas e gráficos. Nos Anos Finais do Ensino Fundamental, os alunos devem ter a oportunidade de aprender técnicas padrão para a exibição, análise e interpretação dos dados. No Ensino Médio, as investigações se tornam mais complexas, eles precisam desenvolver habilidades adicionais e técnicas para a exibição e análise de dados. Os alunos devem reconhecer que podem precisar de mais de uma maneira para explorar e exibir seus dados, a fim de identificar e apresentar características significativas (NRC, 2012).

#### 1.3.5 PC5 – Utilizar matemática e o pensamento computacional

A Prática Científica 5 consiste na utilização de ferramentas fundamentais para a representação física de variáveis e suas relações. A matemática possibilita a representação numérica de variáveis, a representação simbólica entre entidades físicas e a predição de resultados. Por sua vez, os computadores possibilitam coletar e analisar um grande número de dados, buscar por distintos padrões e identificar relações e características significativas, permitindo cálculos que antes não podiam ser realizados analiticamente. A matemática e a computação podem ser ferramentas poderosas quando usadas em uma investigação científica. Elas permitem o desenvolvimento de simulações que combinam representações matemáticas de vários fenômenos subjacentes para modelar a dinâmica de um sistema complexo e permitem, também, a exploração de padrões. Para isso, é importante reconhecer quantidades dimensionais e usar unidades apropriadas em aplicações científicas, de fórmulas e gráficos; usar expressões matemáticas, programas computacionais ou simulações, para comparar resultados com o que se conhece sobre o mundo; usar nível de conhecimento apropriado de matemática e de estatística na análise de dados (NRC, 2012).

De acordo com Sasseron (2008), o pensamento pode ser estruturado por meio do raciocínio proporcional e pelo raciocínio lógico, “além de se referir também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que

pode existir entre elas” (Sasseron, 2008, p. 67-68). O pensamento computacional é uma forma de capacidade humana criativa e estratégica, utilizando os fundamentos da computação, com a finalidade de identificar e resolver problemas, de forma individual ou colaborativa (Brackmann, 2017).

A seguir, apresentamos na Quadro 6 algumas características esperadas dos alunos, de acordo com as etapas de ensino, segundo o NGSS (2013):

**Quadro 6 – Características da PC5 nas diferentes etapas de ensino**

Nível de Ensino	Características esperadas dos alunos
<b>Ensino Fundamental Anos Iniciais</b>	<p>A matemática e o pensamento computacional baseiam-se na experiência anterior e avançam no reconhecimento de que a matemática pode ser usada para descrever o mundo natural e o projetado. Progridem para estender medições quantitativas de uma variedade de propriedades físicas e usar a matemática e a computação para analisar dados e comparar soluções.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Decidir quando usar dados qualitativos x quantitativos; avançam para posteriormente utilizá-los para comparação, de acordo com critérios definidos;</li> <li>• Usar contagem e números para identificar e descrever padrões no fenômeno de estudo; posteriormente utilizando na organização de dados;</li> <li>• Descrever, medir e/ou comparar atributos quantitativos de diferentes objetos, e exibir os dados usando gráficos simples, por exemplo: área, volume, peso;</li> <li>• Usar dados quantitativos, com gráfico ou tabelas, para comparar duas soluções alternativas para um problema.</li> </ul>
<b>Ensino Fundamental Anos Finais</b>	<p>A matemática e o pensamento computacional baseiam-se nas experiências dos Anos Iniciais e progridem para identificar padrões em grandes conjuntos de dados e usar conceitos matemáticos para apoiar explicações e argumentos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Usar ferramentas digitais (por exemplo, computadores) para analisar conjuntos de dados muito grandes para padrões e tendências;</li> <li>- Usar representações matemáticas para descrever e/ou apoiar conclusões científicas;</li> <li>- Aplicar conceitos e/ou processos matemáticos (por exemplo, proporção, taxa, porcentagem, operações básicas, álgebra simples) a questões e problemas científicos;</li> <li>- Usar ferramentas digitais e/ou conceitos e argumentos matemáticos para testar e comparar as soluções propostas para o estudo de um fenômeno.</li> </ul>
<b>Ensino Médio</b>	<p>A matemática e o pensamento computacional do Ensino Médio baseiam-se nas experiências dos Anos Finais e progridem para o uso do pensamento e análise algébricos, uma variedade de funções lineares e não lineares, incluindo funções trigonométricas, exponenciais e logaritmos e ferramentas computacionais para análise estatística para analisar, representar e dados do modelo. Simulações computacionais simples são criadas e usadas com base em modelos matemáticos de suposições básicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Criar e/ou revisar um modelo computacional ou simulação de um fenômeno, dispositivo, processo ou sistema projetado;</li> <li>- Usar representações matemáticas, computacionais e/ou algorítmicas de fenômenos ou soluções de projeto, para descrever e/ou apoiar reivindicações e/ou explicações;</li> <li>- Aplicar técnicas de álgebra e funções para representar e resolver problemas científicos;</li> <li>- Usar casos limite simples para testar expressões matemáticas, programas de computador, algoritmos ou simulações de um processo ou sistema para ver se um modelo “faz sentido” comparando os resultados com o que se sabe sobre o mundo real;</li> </ul>

	- Aplicar taxas, porcentagens e conversões de unidades no contexto de problemas complicados de medição que envolvam quantidades com unidades derivadas ou compostas (como mg/mL, kg/m <sup>3</sup> , acres/pés, etc.).
--	--

**Fonte:** adaptado de NGSS (2013, tradução nossa).

O aumento da familiaridade dos alunos com o papel da matemática na Ciência é central para o desenvolvimento de uma compreensão mais profunda de como a Ciência funciona. Assim que os alunos aprendem a contar, eles podem começar a usar números para encontrar ou descrever padrões na natureza. Posteriormente, aprendem a usar instrumentos como régua, transferidores e termômetros para a medição de variáveis que são melhor representadas por uma escala numérica contínua para aplicar a matemática, interpolar valores e identificar características, tais como máximo, mínimo, intervalo, média e mediana, de conjuntos de dados simples. Um avanço significativo vem quando as relações são expressas usando igualdades pela primeira vez em palavras, e depois em símbolos algébricos. Os alunos necessitam adquirir experiência no uso de computadores para permitir múltiplas medições que podem ser feitas rápida e repetidamente, para expressar os seus dados em tabelas e gráficos, ajudando assim na identificação de padrões (NRC, 2012).

#### 1.3.6 PC6 – Construir explicações

A Prática Científica 6 ressalta a explicação de fenômenos a partir do que se conhece de teorias científicas. As teorias científicas são desenvolvidas para fornecer explicações destinadas a compreender a natureza de fenômenos particulares, prevendo eventos futuros, ou fazendo inferências sobre eventos passados. As explicações científicas são relatos que ligam a teoria científica a específicas observações ou fenômenos. É importante envolver os alunos com explicações científicas a respeito do mundo que os cerca, ajudando-os a obter um entendimento das principais ideias que a Ciência tem desenvolvido. É essencial pedir aos alunos que demonstrem seu próprio entendimento sobre as implicações de uma ideia científica, por meio do desenvolvimento de suas próprias explicações de fenômenos, sejam estas baseadas em observações ou em modelos que eles tenham desenvolvido (NRC, 2012).

Segundo Sasseron (2008) a explicação corresponde a um dos indicadores do letramento científico<sup>26</sup>, como uma forma de relação entre o que se sabe e as hipóteses levantadas:

A explicação surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação é acompanhada de uma justificativa e de uma previsão, mas é possível encontrar explicações que não recebem estas garantias. (Sasseron, 2008, p. 68).

A seguir, apresentamos no Quadro 7 características esperadas dos alunos, de acordo com as etapas de ensino, segundo o NGSS (2013):

**Quadro 7 – Características da PC6 nas diferentes etapas de ensino**

Nível de Ensino	Características esperadas dos alunos
<b>Ensino Fundamental Anos Iniciais</b>	<p>Construir explicações nos Anos Iniciais: baseiam-se em experiências anteriores e progridem para o uso de evidências e ideias na construção de relatos sobre fenômenos naturais. Progridem para o uso de evidências na construção de explicações que especificam variáveis que descrevem e predizem fenômenos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fazer observações (próprias ou da mídia) para construir um relato baseado em evidências para os fenômenos naturais;</li> <li>- Construir uma explicação das relações observadas (por exemplo, a distribuição das plantas no quintal);</li> <li>- Usar evidências (por exemplo, medições, observações, padrões) para construir ou apoiar uma explicação;</li> <li>- Identificar as evidências que apoiam pontos específicos em uma explicação.</li> </ul>
<b>Ensino Fundamental Anos Finais</b>	<p>Construir explicações nos Anos Finais: baseiam-se em experiências e avanços dos Anos Iniciais para incluir a construção de explicações apoiadas por fontes múltiplas de evidência, consistentes com ideias, princípios e teorias científicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construir uma explicação que inclua relações qualitativas ou quantitativas entre variáveis que predizem e/ou descrevem fenômenos;</li> <li>- Construir uma explicação usando modelos ou representações;</li> <li>- Construir uma explicação científica baseada em evidências válidas e confiáveis obtidas de fontes (incluindo os próprios experimentos dos alunos) e a suposição de que teorias e leis que descrevem o mundo natural funcionam, hoje, como funcionavam no passado e continuarão a fazê-lo no futuro;</li> <li>- Aplicar ideias, princípios e/ou evidências científicas para construir, revisar e/ou usar uma explicação para fenômenos, exemplos ou eventos do mundo real;</li> <li>- Aplicar raciocínio científico para mostrar porque os dados ou evidências são adequados para a explicação ou conclusão.</li> </ul>
<b>Ensino Médio</b>	<p>A construção de explicações no Ensino Médio baseia-se nas experiências dos Anos Finais e avança para explicações que são apoiadas por fontes de evidências múltiplas e independentes geradas pelos alunos, consistentes com ideias, princípios e teorias científicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fazer uma afirmação quantitativa e/ou qualitativa sobre a relação entre as variáveis dependentes e independentes.</li> <li>- Construir e revisar uma explicação com base em evidências válidas e confiáveis obtidas de uma variedade de fontes (incluindo as próprias investigações dos alunos,</li> </ul>

<sup>26</sup> Utilizamos o termo letramento científico para manter a definição que adotamos nesta pesquisa. A autora utiliza em sua tese o termo 'indicadores da alfabetização científica', que são "habilidades de ação e investigação que julgamos necessárias de serem usadas quando se pretende construir conhecimento sobre um tema qualquer" (Sasseron, 2008, p. 10).

	<p>modelos, teorias, simulações, revisão por pares) e a suposição de que as teorias e leis que descrevem o mundo natural operam hoje como elas fizeram no passado e continuará a fazê-la no futuro;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar ideias, princípios e/ou evidências científicas para fornecer uma explicação de fenômenos, levando em consideração possíveis efeitos imprevistos;</li> <li>- Aplicar o raciocínio científico, teoria e/ou modelos para vincular as evidências às alegações para avaliar até que ponto o raciocínio e os dados apoiam a explicação ou conclusão.</li> </ul>
--	--

**Fonte:** adaptado de NGSS (2013, tradução nossa).

No início da educação científica, os alunos precisam de oportunidades para se envolver na construção e na crítica de explicações. Eles necessitam ser incentivados a desenvolver explicações sobre o que observam, ao conduzir suas próprias investigações, e ao avaliar as suas próprias explicações e a dos outros. É importante que sejam encorajados a rever as suas ideias iniciais e a produzir explicações mais completas e que representem mais do que as suas observações (NRC, 2012).

### 1.3.7 PC7 – Argumentar a partir de evidências

A Prática Científica 7 ressalta que a produção de conhecimento é dependente de um processo de raciocínio que requer um cientista para fazer uma crítica justificada sobre o mundo; em resposta, outros cientistas tentam identificar fraquezas e limitações da sua reivindicação. Seus argumentos podem ser construídos com base em deduções a partir de premissas, em generalizações indutivas de padrões existentes, ou em inferências sobre a melhor explicação possível. Em suma, a Ciência está repleta de argumentos que ocorrem tanto informalmente, em reuniões de laboratório e simpósios, e formalmente, em revisão por pares. Com o tempo, as ideias que sobrevivem ao exame crítico, mesmo à luz de novos dados, alcançam aceitação consensual na comunidade e, por este processo do discurso, o argumento mantém a sua objetividade e progresso. Para isso, é importante construir argumentos científicos mostrando como os dados apoiam a afirmação; identificar possíveis lacunas nos argumentos científicos e discuti-los a partir de conhecimentos, raciocínios e evidências; identificar falhas em seus próprios argumentos, modificá-los e melhorá-los em resposta às críticas; reconhecer as principais características dos argumentos científicos; explicar a natureza de controvérsias; ler relatos de Ciência ou tecnologia de maneira crítica e identificar seus pontos fortes e fracos (NRC, 2012).

A seguir, apresentamos no Quadro 8 algumas características esperadas dos alunos, de acordo com as etapas de ensino, segundo o NGSS (2013):

**Quadro 8 – Características da PC7 nas diferentes etapas de ensino**

Nível de Ensino	Características esperadas dos alunos
<b>Ensino Fundamental Anos Iniciais</b>	<p>Engajar-se na argumentação a partir de evidências nos Anos Iniciais: baseiam-se em experiências anteriores e avançam para comparar ideias e representações sobre o mundo natural e projetado. Progridem para criticar as explicações ou soluções científicas propostas por pares, citando evidências relevantes sobre o mundo natural e projetado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar argumentos que são suportados por evidências; avançam para comparar e refinar os argumentos, com base na avaliação das evidências apresentadas;</li> <li>- Distinguir entre as explicações que dão conta de todas as evidências coletadas e as que não o fazem;</li> <li>- Analisar por que algumas evidências são relevantes para uma questão científica e outras não; avança para fornecer e receber respeitosamente críticas de colegas sobre um procedimento, explicação ou modelo proposto, citando evidências relevantes e fazendo perguntas específicas;</li> <li>- Distinguir entre opiniões e evidências em suas próprias explicações; avançam para distinguir entre fatos e opinião, julgamento fundamentado com base em resultados de pesquisas e especulação em uma explicação;</li> <li>- Ouvir ativamente os argumentos para indicar concordância ou discordância com base em evidências e/ou para recontar os pontos principais do argumento;</li> <li>- Construir um argumento com evidências, dados ou modelo, para apoiar uma afirmação;</li> <li>- Usar dados para avaliar alegações sobre causa e efeito.</li> </ul>
<b>Ensino Fundamental Anos Finais</b>	<p>Engajar-se na argumentação a partir de evidências nos Anos finais: baseiam-se nas experiências dos Anos Iniciais e avançam para a construção de um argumento convincente que apoia ou refuta reivindicações de explicações sobre o mundo natural e projetado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comparar e criticar dois argumentos sobre o mesmo tópico e analisar se eles enfatizam evidências e/ou interpretações de fatos semelhantes ou diferentes;</li> <li>- Fazer e receber, de forma respeitosa, críticas sobre as explicações, procedimentos, modelos e perguntas de alguém, citando evidências relevantes e colocando e respondendo a perguntas que suscitam elaboração e detalhes pertinentes;</li> <li>- Construir, usar e/ou apresentar um argumento oral e escrito apoiado por evidências empíricas e raciocínio científico para apoiar ou refutar uma explicação ou um modelo para um fenômeno.</li> </ul>
<b>Ensino Médio</b>	<p>Engajar-se na argumentação a partir de evidências no Ensino Médio: baseiam-se em experiências dos Anos Finais e avançam para o uso de evidências apropriadas suficientes e raciocínio científico para defender e criticar alegações e explicações sobre o mundo natural e projetado. Os argumentos também podem vir de episódios científicos ou históricos atuais da ciência.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comparar e avaliar argumentos concorrentes ou soluções de projeto à luz das explicações atualmente aceitas, novas evidências, limitações, restrições e questões éticas;</li> <li>- Avaliar as alegações, evidências e/ou raciocínio por trás das explicações ou soluções atualmente aceitas para determinar o mérito dos argumentos;</li> <li>- Fazer e/ou receber críticas de forma respeitosa sobre argumentos científicos, investigando raciocínios e evidências, desafiando ideias e conclusões, respondendo cuidadosamente a diversas perspectivas e determinando informações adicionais necessárias para resolver contradições;</li> <li>- Construir, usar e/ou apresentar um argumento oral e escrito ou contra-argumentos com base em dados e evidências;</li> </ul>

	- Fazer e defender uma afirmação com base em evidências sobre o mundo natural que reflita o conhecimento científico e as evidências geradas pelos alunos.
--	---

**Fonte:** adaptado de NGSS (2013, tradução nossa).

Os alunos, ao longo da escolaridade, devem argumentar as explicações que constroem, e defender suas interpretações de dados a elas associadas. Eles podem também aprender a avaliar criticamente os argumentos dos outros e apresentar contra-argumentos construindo, assim, seu próprio conhecimento e entendimento. À medida que desenvolvem sua capacidade de construir argumentos científicos, os alunos podem recorrer a uma ampla gama de causas ou evidências, de modo que os seus argumentos se tornam mais sofisticados (necessitando ser introduzidos em uma linguagem necessária para falar sobre o argumento, tais como alegação, razão, dados, etc).

### 1.3.8 PC8 – Obter, avaliar e comunicar a informação

A Prática Científica 8 compreende a importância da comunicação de ideias e dos resultados da investigação e do engajamento nas discussões com os pares. Os textos científicos devem ser lidos de forma a extrair informações com precisão, com o significado preciso de cada palavra ou oração. Os textos científicos são multimodais, usam uma mistura de palavras, diagramas, gráficos, símbolos e elementos matemáticos para comunicar. Assim, para se compreender textos de Ciência é preciso muito mais do que simplesmente conhecer os significados de termos técnicos. A escrita é um dos principais meios de comunicação da comunidade científica. Seja como um cidadão leigo ou um cientista, é necessária a capacidade de ler ou visualizar relatórios sobre a Ciência na imprensa ou na *Internet* e reconhecer no discurso a relevância da Ciência, identificar fontes de erros e falhas metodológicas e distinguir observações a partir de inferências, argumentos de explicações e alegações de provas. Todas estas habilidades são construções aprendidas a partir do envolvimento em um discurso crítico em torno de textos. Para isso, é importante ler textos que ofereçam distintas linguagens científicas; usar tal linguagem para escrever e comunicar aos outros; avaliar e engajar-se na leitura crítica de textos científicos (NRC, 2012).

Lemke (1997 *apud* Sasseron, 2008) afirma que tanto para o ato de falar quanto para o ato de escrever, não basta a compreensão de seus significados



técnicos, mas perceber a variação de seus significados em determinados contextos. Gil Perez *et al.* (2001) apontam a importância da comunicação de trabalhos realizados ou de investigações, uma vez que a partir de grupos, é possível a confirmação ou refutação das hipóteses aceitas.

A seguir, apresentamos no Quadro 9 algumas características esperadas dos alunos, de acordo com as etapas de ensino, segundo o NGSS (2013):

**Quadro 9 – Características da PC8 nas diferentes etapas de ensino**

Nível de Ensino	Características esperadas dos alunos
<b>Ensino Fundamental</b> <b>Anos Iniciais</b>	<p>Obter, avaliar e comunicar informações nos Anos Iniciais: baseiam-se em experiências anteriores e usam observações e textos para comunicar novas informações. Avançam para avaliar o mérito e a precisão das ideias e métodos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ler textos apropriados para a série e/ou usar a mídia para obter informações científicas e/ou técnicas para determinar padrões e/ou evidências sobre o mundo natural e projetado. Progridem para, ao ler e compreender textos e/ou mídias, resumir e obter ideias científicas e técnicas e descrever como elas são apoiadas por evidências;</li> <li>- Descrever como imagens específicas (por exemplo, desenho de como uma máquina funciona) apoiam uma ideia científica;</li> <li>- Obter informações usando vários textos, recursos de texto (por exemplo, títulos, índices, glossários, menus eletrônicos, ícones) e outras mídias que podem ser úteis para responder a uma pergunta científica e/ou apoiar uma afirmação científica. Avançam para obter e combinar informações de livros e/ou outras mídias confiáveis para explicar fenômenos;</li> <li>- Comunicar informações com outras pessoas em formas orais e/ou escritas usando modelos, desenhos, escrita ou números que fornecem detalhes sobre ideias científicas e práticas. Progridem ao comunicar informações científicas e/ou técnicas, incluindo tabelas, diagramas e gráficos;</li> <li>- Comparar e/ou combinar textos complexos e/ou outras mídias confiáveis, assim como o uso de tabelas e diagramas, para apoiar o envolvimento em outras Práticas Científicas.</li> </ul>
<b>Ensino Fundamental</b> <b>Anos Finais</b>	<p>Obter, avaliar e comunicar informações nos Anos Finais: baseiam-se nas experiências dos Anos Iniciais e avançam para avaliar o mérito e a validade de ideias e métodos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ler criticamente textos científicos adaptados para uso em sala de aula para determinar as ideias centrais e/ou obter informações científicas e/ou técnicas para descrever padrões e/ou evidências sobre o mundo natural e projetado;</li> <li>- Integrar as informações científicas e/ou técnicas qualitativas e/ou quantitativas no texto escrito com as contidas na mídia e exibições visuais para esclarecer afirmações e descobertas;</li> <li>- Reunir, ler e sintetizar informações de várias fontes apropriadas e avaliar a credibilidade, precisão e possível viés de cada publicação e métodos usados, e descrever como eles são ou não suportados por evidências;</li> <li>- Avaliar dados, hipóteses e/ou conclusões em textos científicos e técnicos à luz de informações ou relatos concorrentes;</li> <li>- Comunicar informações científicas e/ou técnicas (por exemplo, sobre um objeto, ferramenta, processo, sistema proposto) por escrito e/ou por meio de apresentações orais.</li> </ul>
<b>Ensino Médio</b>	<p>Obter, avaliar e comunicar informações no Ensino Médio: baseiam-se nas experiências dos Anos Finais e avançam para avaliar a validade e confiabilidade das reivindicações e métodos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ler criticamente a literatura científica adaptada para uso em sala de aula para determinar as ideias centrais ou conclusões e/ou para obter informações científicas</li> </ul>

	<p>e/ou técnicas para resumir evidências, conceitos, processos ou informações complexas apresentadas em um texto, parafraseando-os de forma mais simples, mas ainda com termos precisos;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comparar, integrar e avaliar fontes de informação apresentadas em diferentes meios ou formatos (por exemplo, visualmente, quantitativamente), bem como em palavras, a fim de abordar uma questão científica ou resolver um problema;</li> <li>- Coletar, ler e avaliar informações científicas e/ou técnicas de várias fontes oficiais, avaliando a evidência e a utilidade de cada fonte;</li> <li>- Avaliar a validade e confiabilidade e/ou sintetizar múltiplas afirmações e métodos que aparecem em textos científicos e técnicos ou reportagens da mídia, verificando os dados quando possível;</li> <li>- Comunicar informações ou ideias científicas e/ou técnicas sobre fenômenos e/ou processo em vários formatos (oralmente, graficamente, textualmente, matematicamente).</li> </ul>
--	--

**Fonte:** Adaptado NGSS (2013, tradução nossa).

Ao longo da educação científica, os alunos são continuamente introduzidos a novos termos, e os significados desses termos podem ser aprendidos por meio de oportunidades de seu uso e aplicação em contextos específicos. Os alunos necessitam escrever registros de seu trabalho usando diários para anotar suas observações, pensamentos, ideias e modelos. A partir do Ensino Fundamental, a capacidade de interpretar material escrito torna-se cada vez mais importante, precisando também serem incentivados a produzir sua escrita mediante observação de fenômenos e leitura de textos científicos. No Ensino Médio, essas práticas necessitam ser mais desenvolvidas, fornecendo aos alunos textos mais complexos, com uma ampla gama de materiais, tais como relatórios técnicos ou literatura científica da internet. Além disso, os alunos precisam de oportunidades para ler e discutir os relatórios gerais da mídia, com um olhar crítico e, posteriormente, saber comunicar (NRC, 2012).

A seguir, apresentamos algumas considerações acerca das ações docentes e das Práticas Científicas.

### 1.3.9 Práticas Científicas: algumas considerações mediante as ações docentes

Diante da exposição de cada uma das oito Práticas Científicas, é possível perceber que os verbos utilizados nos documentos NRC (2012) e NGSS (2013) podem contribuir para a compreensão e a descrição das PC. Considerando que os verbos têm significado de ação, sua compreensão pode nos auxiliar na caracterização das ações dos professores, ou seja, nesta investigação, buscamos

caracterizar as PC por meio da descrição das ações docentes observadas na execução de aulas de Química ministradas por licenciandos em situação remota.

No Quadro 10, apresentamos as Práticas Científicas, os termos em inglês mencionados nos documentos NRC (2012) e NGSS (2013) que ajudam na compreensão de tais práticas, a tradução dos termos que assumimos como verbos de ação, e uma descrição identificando o contexto a que se refere cada uma destas ações.

**Quadro 10 – As Práticas Científicas, os verbos identificados e suas descrições**

<b>Práticas Científicas</b>	<b>Termos em inglês</b>	<b>Verbos de ação</b>	<b>Descrição</b>
<b>PC1 – Fazer perguntas</b>	Asking questions	Perguntar	Perguntar a respeito do mundo natural e construído pelo homem: como as coisas acontecem? como o indivíduo conhece o que sabe?
	Evaluate	Avaliar	Avaliar uma pergunta para determinar se é relevante e testável; Avaliar questões que desafiam as premissas de um argumento, ou a interpretação de um conjunto de dados.
	Distinguish	Distinguir	Distinguir uma questão científica de uma questão não científica.
	Formulate and refine	Formular e reformular	Formular e reformular perguntas que possam ser respondidas empiricamente e que possam conduzir a uma sistemática investigativa; Formular e reformular perguntas que auxiliem na identificação de premissas de um argumento.
<b>PC2 – Desenvolver e usar modelos</b>	Making predictions	Prever	Prever o fenômeno investigado; Prever relações entre sistemas ou de seus componentes.
	Evaluate to better	Avaliar	Avaliar os méritos e limitações de dois modelos diferentes da mesma ferramenta ou processo, a fim de selecionar/revisar o que melhor se adapte às evidências.
	Visualize;	Visualizar	Visualizar melhor um fenômeno sob investigação.
	Understand	Entender	Entender a respeito do fenômeno sob investigação.
	Represent	Representar	Representar a compreensão atual de um sistema (ou partes de um sistema) em estudo.
	Construct	Elaborar	Elaborar desenhos ou diagramas como representações de eventos ou sistemas.
	Explain	Explicar	Explicar fenômenos com vários tipos de modelos.
	Discuss	Discutir	Discutir as limitações e a precisão de um modelo.
	Refine	Reformular	Reformular um modelo à luz de evidências empíricas ou críticas.
Use	Usar	Usar um modelo para testar um projeto; Usar simulações de computador como ferramenta para entender e investigar; Usar modelos para gerar dados para dar suporte a explicações, previsões e análises.	

	Develop	Desenvolver	Desenvolver modelos para gerar dados para dar suporte a explicações, previsões e análises; Desenvolver um modelo complexo que permita o teste e manipulação de um processo ou sistema; Desenvolver modelos que possam prever relações entre sistemas ou de seus componentes.
	Make	Fazer	Fazer e usar um modelo para comparar a eficácia de diferentes soluções de projeto.
<b>PC3 - Planejar e realizar investigações</b>	Formulate	Formular	Formular perguntas que possam ser investigadas com os recursos disponíveis.
	Frame	Tecer (enquadrar, delimitar)	Tecer hipóteses com base em modelos ou teorias científicas.
	Decide	Decidir	Decidir quais dados devem ser coletados; Decidir quais ferramentas são necessárias para fazer a coleta; Decidir como as medições serão registradas; Decidir quantos dados são necessários para fornecer medições confiáveis.
	Plan	Planejar	Planejar procedimentos experimentais ou de pesquisa de campo; Planejar uma investigação, de forma individual ou colaborativa, que sirva de base para evidências, úteis para a elaboração de modelos e explicações; Planejar uma investigação de maneira segura e ética, considerando impactos ambientais, pessoais e sociais.
	Identifying	Identificar	Identificar variáveis independentes e dependentes relevantes ao planejar investigações.
	Select	Selecionar	Selecionar ferramentas apropriadas para coletar, registrar, analisar e avaliar dados.
	Consider	Considerar	Considerar possíveis variáveis ou efeitos de confusão, assegurando um certo controle das variáveis durante a investigação; Considerar limitações na precisão dos dados.
	Manipulate	Manipular	Manipular variáveis e coletar dados a respeito de um modelo complexo, de um processo ou sistema, para identificar pontos falhos ou para melhorar o desempenho frente aos critérios estabelecidos.
<b>PC4 – Analisar e interpretar dados</b>	Analyze	Analisar	Analisar dados sistematicamente, procurando padrões e consistência com a hipótese inicial; Analisar o desempenho de um projeto por meio de dados provenientes de modelos (físicos); Analisar dados usando ferramentas, tecnologias e modelos, para fazer afirmações científicas confiáveis; Analisar dados para identificar características dos componentes de um processo, para otimizá-lo em vista dos critérios estabelecidos.
	Recognize	Reconhecer	Reconhecer conflitos nos dados diante das expectativas, considerando revisões necessárias; Reconhecer padrões nos dados.
	Use	Usar	Usar planilhas, tabelas, mapas, gráficos, estatísticas, matemática, e a tecnologia da

			informação para exibir e explorar relações entre as variáveis.
	Apply	Aplicar	Aplicar conceitos de probabilidade e estatística para questões e problemas científicos.
	Evaluate	Avaliar	Avaliar conclusões que podem ser inferidas a partir do conjunto de dados, por meio do uso de técnicas estatísticas e matemáticas adequadas; Avaliar o impacto de novos dados em uma explicação ou modelo, de um processo ou sistema.
	Consider	Considerar	Considerar as limitações da análise de dados ao analisar e interpretar os dados (erro de medição, amostragem).
	Distinguish	Distinguir	Distinguir entre relações causais e correlacionais.
	Compare	Comparar	Comparar tipos de conjuntos de dados para examinar a coerência das medições e observações.
	Collect	Coletar	Coletar dados de modelos físicos.
<b>PC5 – Utilizar matemática e o pensamento computacional</b>	Recognize	Reconhecer	Reconhecer quantidades dimensionais; Reconhecer que as simulações de computador são construídas em modelos matemáticos suportados por hipóteses/teorias do fenômeno em estudo.
	Create	Criar	Criar um modelo computacional ou simulação de um fenômeno, processo ou sistema.
	Revise	Revisar	Revisar um modelo computacional ou simulação de um fenômeno, processo ou sistema.
	Use	Usar	Usar unidades apropriadas em aplicações científicas, de fórmulas matemáticas e gráficos; Usar representações matemáticas, computacionais e/ou algorítmicas de fenômenos para descrever e/ou apoiar reivindicações e/ou explicações. Usar comparações simples de expressões matemáticas e simulações, para comparar seus dados com o que é conhecido do mundo real (para ver se faz sentido); Usar o entendimento de matemática e estatística apropriado (nível de ensino) na análise e dados; Usar casos de limite simples para testar expressões matemáticas, simulações e modelos.
	Apply	Aplicar	Aplicar técnicas de álgebra e funções para representar e resolver problemas científicos; Aplicar proporções, taxas, porcentagens e conversões de unidades em contexto de complicada medição, envolvendo quantidades com unidades derivadas ou compostas.
	Express	Expor	Expor relações e quantidades em formas matemáticas apropriadas para modelagem e investigações científicas.
	<b>PC6 – Construir explicações</b>	Construct	Construir

			variedade de fontes (investigações, modelos, teorias, simulações, revisão por pares).
	Revise	Revisar	Revisar uma explicação com base em evidências válidas e confiáveis, obtidas de uma variedade de fontes (investigações, modelos, teorias, simulações, revisão por pares).
	Use	Usar	Usar evidências e modelos científicos para apoiar ou refutar uma explicação de fenômeno.
	Apply	Aplicar	Aplicar ideias, princípios e/ou evidências científicas para fornecer uma explicação de fenômenos; Aplicar o raciocínio científico, teoria e/ou modelos para vincular as evidências às afirmações, para avaliar se o raciocínio e os dados apoiam a explicação ou conclusão.
	Make	Fazer	Fazer uma afirmação quantitativa e/ou qualitativa em relação a variáveis dependentes e independentes.
	Offer	Propor	Propor uma explicação causal adequada ao nível de conhecimento científico.
	Identify	Identificar	Identificar deficiências nas explicações próprias e dos outros.
	Evaluate	Avaliar	Avaliar uma solução para um problema complexo do mundo real, com base no conhecimento científico e nas fontes de evidências geradas pelos alunos.
	Refine	Reformular	Reformular uma solução para um problema complexo do mundo real, com base no conhecimento científico e nas fontes de evidências geradas pelos alunos.
<b>PC7 – Argumentar a partir de evidências</b>	Construct	Construir	Construir um argumento científico mostrando como os dados apoiam a afirmação; Construir um argumento oral e escrito ou contra-argumentos com base em dados e evidências.
	Use	Usar	Usar um argumento oral e escrito ou contra-argumentos com base em dados e evidências.
	Presente	Apresentar	Apresentar um argumento oral e escrito ou contra-argumentos com base em dados e evidências.
	Identify	Identificar	Identificar fragilidades na argumentação científica (adequada ao nível de conhecimento); Identificar falhas em seus próprios argumentos e modificá-los e aprimorá-los em resposta às críticas.
	Discuss	Discutir	Discutir as argumentações científicas por meio do raciocínio e de evidências.
	Compare and evaluate	Comparar e avaliar	Comparar e avaliar argumentos concorrentes à luz de explicações atualmente aceitas, novas evidências, limitações, restrições e ética.
	Make and defend	Fazer e defender	Fazer e defender uma afirmação com base em evidências sobre o mundo natural que reflitam o conhecimento científico e as evidências geradas pelos alunos.
	Evaluate	Avaliar	Avaliar alegações, evidências e/ou raciocínio por trás das explicações ou soluções aceitas, para determinar os méritos dos argumentos;

			Avaliar soluções concorrentes para um problema do mundo real com base em ideias e princípios científicos, evidências empíricas e/ou argumentos lógicos sobre fatores relevantes (econômico, social, ambiental e ético).
	Provide	Fornecer	Fornecer, respeitosamente, críticas sobre argumentos científicos, investigando o raciocínio e as evidências, desafiando ideias e conclusões e determinando informações adicionais necessárias para resolver contradições.
	Receive	Receber	Receber, respeitosamente, críticas sobre argumentos científicos, investigando o raciocínio e as evidências, desafiando ideias e conclusões respondendo cuidadosamente a diversas perspectivas e determinando informações adicionais necessárias para resolver contradições.
	Recognize	Reconhecer	Reconhecer que as principais características dos argumentos científicos são afirmações, dados e a razão.
	Distinguish	Distinguir	Distinguir por meio de exemplos de argumentos, as afirmações, dados e a razão.
	Explain	Explicar	Explicar como as afirmações/alegações são julgadas pela comunidade científica.
	Articulate	Articular	Articular os méritos e limitações da revisão por pares.
	Read	Ler	Ler notícias da mídia sobre ciência de forma crítica, para identificar seus pontos fortes e fracos.
<b>PC8 – Obter, avaliar e comunicar a informação</b>	Use	Usar	Usar palavras, tabelas, diagramas, gráficos e expressões matemáticas, para comunicar sua compreensão; ou fazer perguntas sobre um sistema em estudo.
	Ask questions	Perguntar	Perguntar a respeito de um sistema em estudo por meio de palavras, tabelas, diagramas, gráficos e expressões matemáticas.
	Read	Ler	Ler textos científicos que incluam tabelas, diagramas e gráficos, de acordo com seu conhecimento científico; Ler criticamente a literatura científica adaptada para uso em sala de aula para determinar as ideias ou conclusões centrais e/ou obter informações científicas e/ou técnicas para resumir evidências, conceitos, processos ou informações complexas apresentadas em um texto, parafraseando-as em termos mais simples, mas precisos.
	Explain	Explicar	Explicar as principais ideias que estão sendo comunicadas nos textos científicos.
	Recognize	Reconhecer	Reconhecer as principais características da escrita e da oralidade científica.
	Be able to produce written and illustrated	Escrever	Escrever textos escritos e ilustrações que comuniquem as suas próprias ideias e realizações.
	Oral presentations	Apresentar	Apresentar, oralmente, comunicando as suas próprias ideias e realizações.

	Engage	Engajar	Engajar em uma leitura crítica da literatura científica realizada em sala de aula ou na mídia a respeito da ciência.
	Discuss	Discutir	Discutir a validade e confiabilidade dos dados, hipóteses e conclusões.
	Compare, integrate and evaluate	Comparar, integrar e avaliar	Comparar, integrar e avaliar fontes de informação apresentadas em diferentes mídias ou formatos (visualmente, quantitativamente, em palavras) a fim de abordar uma questão científica ou resolver um problema.
	Gather, read and evaluate	Reunir, ler e avaliar	Reunir, ler e avaliar informações científicas e/ou técnicas de várias fontes autorizadas, avaliando a evidência e a utilidade de cada fonte.
	Evaluate	Avaliar	Avaliar a validade e confiabilidade e/ou sintetizar múltiplas reivindicações, métodos e/ou desenhos que aparecem em textos científicos e técnicos ou reportagens da mídia, verificando os dados quando possível.
	Communicate	Comunicar	Comunicar informações ou ideias científicas e/ou técnicas sobre fenômenos e/ou processos, em vários formatos (oralmente, graficamente, textualmente, matematicamente).

**Fonte:** Elaborado pelo autor, tomando como base o NRC (2012) e NGSS (2013)

O Quadro 10 mostra que existem determinados verbos de ação que ajudam na caracterização das Prática Científicas. Por exemplo, os verbos perguntar, avaliar, distinguir e formular e reformular podem caracterizar a PC1 – Fazer perguntas; os verbos prever, avaliar, visualizar, entender, representar, elaborar, explicar, discutir, reformular, usar, desenvolver e fazer podem caracterizar a PC2 – Desenvolver e usar modelos; os verbos formular, tecer, decidir, planejar, identificar, selecionar, considerar e manipular podem caracterizar a PC3 – Planejar e realizar investigação; os verbos analisar, reconhecer, usar, aplicar, avaliar, considerar, distinguir, comparar e coletar podem caracterizar a PC4 – Analisar e interpretar dados; os verbos reconhecer, criar, revisar, usar, aplicar e expor podem caracterizar a PC5 – Utilizar a matemática e o pensamento computacional; os verbos elaborar, revisar, usar, aplicar, fazer, propor, identificar, avaliar e reformular podem caracterizar a PC6 – Construir explicações; os verbos elaborar, usar, apresentar, identificar, discutir, comparar e avaliar, fazer e defender, avaliar, fornecer, receber, reconhecer, distinguir, explicar, articular e ler caracterizam a PC7 – Argumentar a partir de evidências; e os verbos usar, perguntar, ler, explicar, reconhecer, escrever, apresentar, engajar, discutir, comparar e integrar e avaliar, reunir e ler e avaliar, avaliar e comunicar podem caracterizar a PC8 – Obter, avaliar e comunicar a informação.



No Quadro 11, apresentamos os verbos identificados nos documentos NRC (2012) e NGSS (2013) que contribuem na caracterização das Práticas Científicas.

**Quadro 11 – Verbos que contribuem na caracterização das Práticas Científicas**

Práticas Científicas / Verbos de ação	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
Analisar				X				
Aplicar				X	X	X		
Apresentar							X	X
Articular							X	
Avaliar	X	X		X		X	X	X
Coletar				X				
Comparar				X				
Comparar e avaliar							X	
Comparar, integrar e avaliar								X
Comunicar								X
Considerar			X	X				
Construir		X				X	X	
Criar					X			
Decidir			X					
Desenvolver		X						
Discutir		X					X	X
Distinguir	X			X			X	
Engajar								X
Entender		X						
Escrever								X
Explicar		X					X	X
Expor					X			
Fazer		X				X		
Fazer e defender							X	
Formular			X					
Formular e reformular	X							
Fornecer							X	
Identificar			X			X	X	
Ler							X	X
Manipular			X					
Perguntar	X							X
Planejar			X					
Prever		X						
Propor						X		
Receber							X	
Reconhecer				X	X		X	X
Reformular		X				X		
Representar		X						
Reunir, ler e avaliar								X
Revisar					X	X		
Selecionar			X					
Tecer			X					
Usar		X		X	X	X	X	X
Visualizar		X						

**Fonte:** próprio autor, a partir de NRC (2012) e NGSS (2013).

O Quadro 11 evidencia que alguns verbos aparecem em uma única prática científica; outros, porém, se repetem em diferentes Práticas Científicas. Isto revela que, quando a análise ocorre somente por meio do verbo, pode ser que isso seja insuficiente para identificar adequadamente as PC, ou seja, a análise e interpretação depende do contexto em que tais ações ocorrem. Por exemplo, a ação avaliar relaciona-se com a PC1 quando se avalia uma pergunta, se ela é relevante ou testável; a PC2 quando se avalia as limitações de diferentes modelos; a PC4 quando se avalia as conclusões que possam ser inferidas mediante os dados disponibilizados e uso adequado da matemática; a PC6 quando se avalia se a solução para determinado problema ocorreu com base no conhecimento e evidências obtidas; a PC7 quando se avalia alegações e o raciocínio por trás de afirmações e determinados argumentos; e a PC8 quando se avalia a confiabilidade a validade de métodos e desenhos, que aparecem em textos científicos.

Em alguns exemplos, percebemos que os documentos fazem uso de mais de um verbo para ajudar na caracterização de determinada PC. Por exemplo, as ações comparar e avaliar caracterizam a PC7, quando se compara e avalia argumentos à luz de explicações, limitações e evidências aceitas; já as ações comparar, integrar e avaliar caracterizam a PC8 quando se compara, integra e avalia as fontes de informações apresentadas em diferentes formatos, a fim de abordar uma questão ou resolver um problema.

Neste sentido, algumas ações executadas por professores e/ou alunos ao investigarem um fenômeno científico de interesse, podem caracterizar distintas Práticas Científicas. No capítulo 3, essas possíveis relações das ações docentes e as PC serão melhor descritas e discutidas no contexto desta investigação, em aulas de Química que ocorreram no formato remoto.

No Capítulo 2, apresentamos o contexto da pesquisa e os procedimentos metodológicos adotados.

## CAPÍTULO 2 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na continuidade, apresentamos o contexto da pesquisa, um detalhamento de como ocorreu a coleta de informações e uma descrição a respeito da abordagem metodológica utilizada.

### 2.1 CONTEXTO DA PESQUISA E A COLETA DAS INFORMAÇÕES

Esta pesquisa foi desenvolvida com onze licenciandos em Química de uma universidade pública, localizada na região norte do estado do Paraná, sendo seis mulheres e cinco homens. A disciplina acompanhada pelo pesquisador, denominada Química na Escola II, foi ofertada de forma anual, com uma carga horária de 72 horas. Trata-se de uma disciplina ministrada para o segundo ano do curso de Licenciatura em Química que apresenta como ementa: “*Visitas a escolas do Ensino Básico. Desenvolvimento de projetos de ensino [oficinas temáticas] de Química com articulação de aspectos conceituais com abordagem teórica e/ou experimental, direcionados para o nível médio*”.

As aulas foram realizadas no formato remoto devido à pandemia provocada pelo COVID-19<sup>27</sup>, sendo 36 horas realizadas de forma síncrona e 36 horas assíncronas. As atividades síncronas ocorreram pela Plataforma do *Google Meet*, realizadas a cada quinze dias, com duração de 2 horas/aula, intervalo necessário para a ocorrência das aulas assíncronas, utilizando-se para isso o *Google Classroom*. Com esta dinâmica, era possibilitado aos alunos uma leitura prévia dos materiais. As atividades disponibilizadas no *Google Classroom* proporcionavam aos alunos um aprofundamento dos textos e das discussões realizadas fornecendo, também, subsídios ao professor regente a respeito das ideias compreendidas pelos alunos, para cada uma das atividades propostas.

---

<sup>27</sup> Em dezembro de 2019 foi identificado na China um novo coronavírus denominado SARS-CoV-2, sendo declarado em março de 2020, pela Organização Mundial da Saúde (OMS), o estado de contaminação pelo novo coronavírus como pandemia. O isolamento social destacou-se como uma das principais medidas para o controle de sua disseminação, gerando impactos na economia, na política, na sociedade, inclusive no contexto educacional. Na tentativa de diminuir os prejuízos causados à formação dos estudantes pela suspensão das atividades, o Ministério da Educação (MEC) em março de 2020, publicou a Portaria nº 343, em que autoriza a substituição das aulas presenciais, pelas realizadas remotamente, por meio das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Assim, o ensino remoto foi adotado nas instituições de ensino superior, Ensino Médio, Fundamental e nos Anos Iniciais. Algumas das plataformas utilizadas foram o *Google Meet*, *Google Classroom*, *Google Hangout*, *Zoom*, *Skype* (Almeida; Arrigo; Broietti, 2020).

Para a coleta de dados, foi solicitada a autorização da professora responsável pela disciplina e dos estudantes. O projeto teve aprovação do comitê de ética da Universidade, a partir do número do parecer consubstanciado: CAEE 98056718.7.0000.5231, parecer número 3.120.489.

No primeiro dia de aula, realizada pelo sistema remoto, a aula foi gravada, e neste momento foi solicitada a autorização a todos os licenciandos, não havendo objeções em participarem da investigação. A coleta de informações foi dividida em duas fases.

Na Fase I, realizada no primeiro semestre de desenvolvimento da disciplina, foram discutidos textos a partir de diferentes referenciais, compreendendo o estudo teórico acerca de aspectos voltados ao ensino de Química, por meio de proposições metodológicas e a aprendizagem científica, juntamente com cada uma das Práticas Científicas, de acordo com o NRC (2012). Também foram propostas atividades avaliativas, realizadas de forma individual ou em grupo, disponibilizadas no *Google Classroom*.

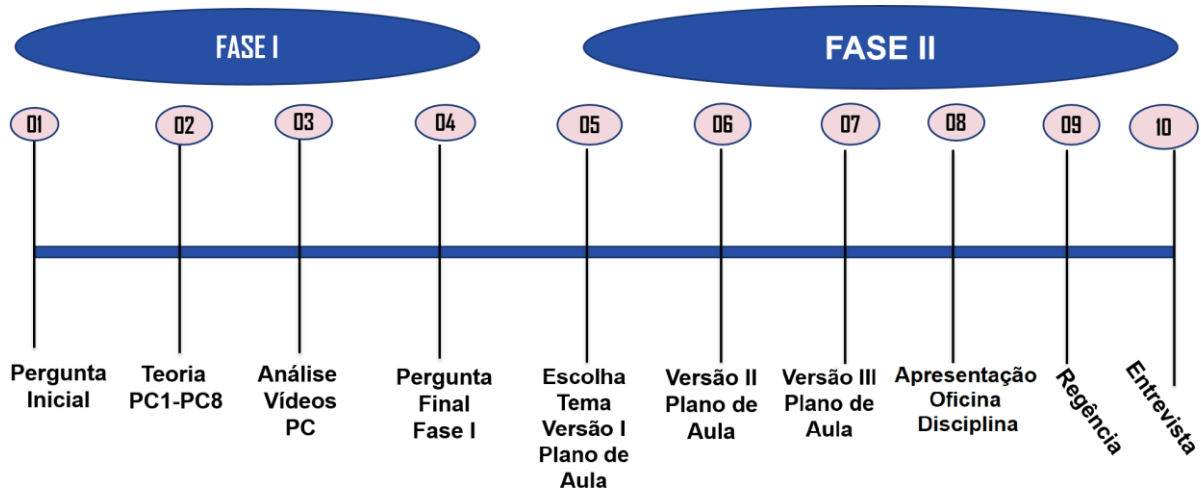
Na Fase II, realizada no segundo semestre, a proposta foi a elaboração de um projeto de ensino, resultando em uma oficina temática<sup>28</sup> para ser desenvolvida com alunos do Ensino Médio na disciplina de Química. Para o desenvolvimento da oficina foi proposta a elaboração de um plano de aula, visando ao engajamento dos alunos nas Práticas Científicas.

Na Figura 2, apresentamos um resumo das atividades realizadas ao longo da disciplina e que serviram como coleta das informações desta pesquisa. Na sequência, detalhamos cada uma das atividades.

---

<sup>28</sup> A oficina temática, segundo Marcondes (2008), é organizada por meio da problematização, os conteúdos a serem propostos devem ter uma significação humana e social, capazes de provocar interesse dos estudantes, possibilitando uma leitura crítica do mundo; abordagem temática, importante abordar dados, conceitos e informações possibilitando a avaliação e conhecimento da realidade, propondo formas de intervenção no mundo; experimentação no ensino, preferencialmente realizadas pelos estudantes, capaz de despertar interesse e curiosidade, envolvendo o cotidiano do estudante, onde o estudante assume um papel ativo na construção de seu próprio conhecimento, mediado pelo professor. Principais características pedagógicas da oficina temática: “1, Utilização da vivência dos alunos e dos fatos do dia-a-dia para organizar o conhecimento e promover aprendizagens; 2, abordagem de conteúdos da Química a partir de temas relevantes que permitam a contextualização do conhecimento; 3, estabelecimento de ligações entre a Química e outros campos de conhecimento necessários para se lidar com o tema em estudo; 4, participação ativa do estudante na elaboração de seu conhecimento” (Marcondes, 2008, p. 68-69).

**Figura 2** – Atividades realizadas nas fases I e II



Fonte: o próprio autor.

Na fase I, destinada ao estudo teórico, inicialmente a docente responsável pela disciplina trabalhou textos que trataram dos seguintes temas: contextualização no ensino de Química, o papel da escola, alfabetização científica, a importância da educação científica na sociedade atual (Cachapuz, *et al.*, 2005; Francisco Junior; Ferreira; Hartwig, 2008; Milaré; Richetti; Filho, 2009; Santos, 2013; Wartha; Silva; Bejarano, 2013; Souza, *et al.*, 2013). O período compreendido para a realização desta fase, foi de agosto a dezembro de 2020.

Com o objetivo de conhecer o que os licenciandos pensavam a respeito dos cientistas e as ações por eles desenvolvidas, foi elaborado um formulário no *Google forms* (atividade 1<sup>29</sup>) com a seguinte questão: “Em sua opinião, o que os cientistas realmente fazem quando estão envolvidos em Práticas Científicas? (escreva o máximo que souber)”. Após findar o prazo para a resposta a esta pergunta e conferir o recebimento de todas as respostas enviadas, passamos para a atividade 02.

A atividade 02 teve como objetivo abordar a aprendizagem científica por meio das oito Práticas Científicas, segundo o NRC (2012) e o NGSS (2013). Foi disponibilizado um texto, elaborado pelo pesquisador, que trazia aspectos da aprendizagem científica e as oito Práticas Científicas, com algumas de suas características e exemplos que ajudam na sua compreensão. Após a leitura do texto,

<sup>29</sup> Os dados desta atividade foram analisados e apresentados XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XII ENPEC), na modalidade de trabalho completo, disponível em: [https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO\\_COMPLETO\\_EV155\\_MD1\\_SA101\\_ID1293\\_23062021194354.pdf](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV155_MD1_SA101_ID1293_23062021194354.pdf).

os licenciandos responderam a um formulário elaborado no *Google forms*, a fim de que pudéssemos tomar nota das compreensões dos licenciandos acerca de cada uma das PC.

Após a entrega dos formulários pelos licenciandos, as oito Práticas Científicas foram discutidas no coletivo, em dois dias diferentes de aulas síncronas, cada aula com duração de 1h40min.

Para a atividade 03 foram disponibilizados alguns vídeos de aulas em que alunos do Ensino Fundamental participavam de atividades desenvolvidas pelo Laboratório da Faculdade de Educação da USP<sup>30</sup>. Nesta atividade, em grupos, os licenciandos assistiram aos vídeos e analisaram as aulas, buscando identificar as Práticas Científicas presentes. Para isso, eles precisavam reconhecer trechos da aula em que tais PC apareciam e justificar o porquê de classificarem o trecho em determinada PC.

Para finalizar a fase I, na atividade 04, os licenciandos entregaram por meio de um formulário no *Google forms*, respostas para a seguinte pergunta: “Quais as suas compreensões a respeito das Práticas Científicas?”

A fase II foi realizada no segundo semestre da disciplina, período compreendido de janeiro a junho de 2021. Esta fase teve por objetivo propiciar aos alunos uma vivência prática, a partir do desenvolvimento de oficinas temáticas em turmas da Educação Básica. A seguir, detalharemos as atividades compreendidas nesta fase. Ressaltamos que a numeração das atividades foi mantida.

Para a atividade 05, os licenciandos deveriam selecionar um conteúdo de Química e elaborar um plano de aula, em que os conteúdos trabalhados fossem desenvolvidos a partir da abordagem das PC. Para isso, os estudantes foram divididos em 4 grupos, sendo 3 grupos (com 3 estudantes) e 1 dupla. Cada equipe ficou responsável por elaborar um plano de aula que compreendesse o planejamento de 2 horas/aula. Esta atividade foi denominada versão I do plano de aula.

Posteriormente a esta versão, foram obtidas mais duas versões, a partir da intervenção da professora regente da disciplina e do pesquisador, como será explicitado, na sequência.

Para a realização da atividade 06, versão II do plano de aula, já tinham decorrido 15 dias da primeira versão. Para esta atividade a professora regente fez

---

<sup>30</sup> Disponíveis no *site* da Labeduc ([http://www.labeduc.fe.usp.br/?page\\_id=231](http://www.labeduc.fe.usp.br/?page_id=231)).

uma apresentação sobre a definição de plano de aula e as partes que o constituem (Castro; Tucunduva; Arns, 2008). O pesquisador também realizou uma breve apresentação, retomando alguns aspectos importantes de cada uma das PC. Após estas duas apresentações, o momento ficou livre para questionamentos acerca de eventuais dúvidas contidas na versão I do plano de aula, e nos comentários que foram inseridos pela professora regente e pelo pesquisador no arquivo enviado.

Na atividade 07, versão III do plano de aula, os licenciandos puderam fazer novos ajustes no planejamento da aula, considerando os apontamentos feitos pela professora regente e pelo pesquisador.

A seguir, no Quadro 12, apresentamos os temas definidos em cada grupo, os conteúdos e a turma a que se destinavam as aulas.

**Quadro 12 – Grupos e temas das oficinas**

Grupos	Temas	Conteúdos	Turmas
G1	Como os elétrons estão presentes em nossas vidas	Eletroquímica	2º ano
G2	Energia dos alimentos	Termoquímica	2º ano
G3	A catapora e a Química: o que elas têm em comum?	Óxido-redução	EJA
G4	Riscos da energia elétrica	Ligações químicas e propriedades dos compostos	1º ano

Fonte: o próprio autor.

A atividade 08 corresponde a uma prévia da apresentação da oficina temática para a professora regente e para o pesquisador, em uma das aulas síncronas, com o objetivo de responder as dúvidas quanto ao plano de aula e à condução da aula. Nesta atividade, cada grupo tinha um horário agendado, a fim de que problemas pontuais percebidos pudessem ser sanados.

A atividade 09 corresponde às regências de cada uma das oficinas em turmas do Ensino Médio. Todas as regências foram realizadas via *Google Meet* e gravadas.

Para complementar o registro de informações coletadas, temos a atividade 10, que corresponde a uma entrevista semiestruturada, composta por dez questões, realizada com cada um dos licenciandos que participaram da disciplina Química na Escola II. Nesta entrevista tínhamos por objetivo conhecer um pouco mais sobre cada um dos licenciandos, no que tange à sua experiência profissional e suas impressões a respeito do ensino de Química, a partir da abordagem das PC. Antes da entrevista, foi solicitado aos licenciandos que assistissem à gravação de suas aulas.

Ressaltamos que a entrevista semiestruturada foi elaborada tendo como base um roteiro com perguntas norteadoras, complementadas por outras questões inerentes às circunstâncias momentâneas ocorridas na entrevista, exigindo a presença atuante do pesquisador. Esse tipo de entrevista, segundo Triviños (1987), ultrapassa o movimento descritivo do fenômeno, favorecendo a compreensão da totalidade.

A seguir, apresentamos no Quadro 13 um resumo das atividades realizadas durante a disciplina, listando a quantidade de respostas obtidas e as datas de realização das mesmas.

**Quadro 13 – Resumo da coleta de informações**

<b>Atividades</b>	<b>Quantidade de respostas</b>	<b>Data</b>
1	10 respostas.	22/08/20
2	11 respostas – Para cada uma das PC.	01 a 15/09/20
3	4 textos em word com a análise prévia das PC nas aulas. 4 gravações com os tempos: 1h8min; 1h; 1h11min.; 1h2min.	30/09/20 a 28/10/20
4	12 respostas.	10/11/20
5	5 Planos de aula, com anotações do pesquisador e da professora regente; 1 Vídeo (versão I) com comentários individuais, duração: 54min50s;	10/02/21
6	4 Planos de aula, com anotações do pesquisador e da professora regente; 1 Vídeo (versão II), com comentários individuais, duração: 1h54min40s;	10/03/21
7	4 Planos de aula, com anotações do pesquisador e da professora regente; 1 Vídeo da apresentação da versão III, com comentários individuais, duração: 24min30s.	24/03/21
8	4 vídeos das prévias das apresentações das aulas: G1 – 31 min04s (28/04/21); G2 – 1h19min12s (07/04/21); G3 – 35min49s (14/04/21); G4 – 39min23s (14/04/21)	07 a 28/04/21
9	7 Vídeos das regências: G1 – (1 aula – 50min, em 10/05/21; 2 aula – 47min24s em 12/05/21); G2 – (1 aula - 50min16s em 14/05/21; 2 aula - 50min, em 17/05/21); G3 – (1 e 2 aula – 1h29min, em 14/04/21); G4 – (1 aula - 43min08s, em 14/04/21; 2 aula – 45min34s, em 17/05/21).	10 a 17/05/21
10	11 vídeos das entrevistas: MO: 38min20 s; MP 28min40s; NA: 28min13s; MF: 30min24s; EO 34min23 s; VS 29min50s; MS 45min30s; PO 28min43 s; AY 44min15 s; MC 25min09s; DL 29min34s	08 a 10/06/21

**Fonte:** o próprio autor.

Nesta investigação, com vistas a responder à questão de pesquisa já enunciada: Quais ações docentes são evidenciadas em aulas de Química ministradas por licenciandos no Ensino Médio e quais delas estão relacionadas com as PC? analisamos a atividade de número 9 que corresponde aos vídeos das regências de



dois grupos – o grupo Pilhas – que abordou o conteúdo de eletroquímica, e o grupo – Energia dos alimentos – que abordou o conteúdo de termoquímica.

Vale ressaltar que as atividades que antecederam à atividade 9 serviram para fundamentar o planejamento e as aulas ministradas, assim como a atividade posterior, atividade 10, que abrange as entrevistas, e nos ajudaram a compreender as escolhas, facilidades e dificuldades na elaboração do planejamento e execução das aulas.

A seguir, apresentamos os referenciais a respeito da abordagem qualitativa adotada nesta pesquisa, considerações sobre a Análise de Conteúdo (AC), e os documentos utilizados como *corpus* desta investigação.

## 2.2 ABORDAGEM QUALITATIVA

Para o encaminhamento desta pesquisa, adotamos uma abordagem metodológica de cunho qualitativo. Segundo Bogdan e Biklen (1994), o objetivo central das pesquisas qualitativas está em analisar o processo, em toda a sua complexidade, e não somente o produto final, ou seja, os encaminhamentos da pesquisa que são relevantes, e não somente a conclusão, que é a consequência. Somados a isso, os referenciais utilizados na investigação e os aspectos da vida do pesquisador influenciam na análise e, conseqüentemente, na sua interpretação. Para que isso ocorra, é preciso utilizar métodos apropriados que reduzam os riscos da subjetividade na análise dos dados.

Segundo Flick (2009, p. 85), “os fatos apenas tornam-se relevantes por meio de sua seleção e interpretação”. É necessário assumir critérios apropriados para seleção e interpretação dos dados, para que se conheça melhor o objeto de estudo. Por ser caracterizada como pesquisa de caráter qualitativa, compreende-se que a interpretação assume os referenciais e a posição aceita pelos autores, que levam consigo toda sua experiência e visão de mundo. Flick (2009) salienta que a pesquisa qualitativa não é somente uma aplicação de técnica, mas inclui uma atitude específica, advinda da experiência, a partir de erros e acertos diante da situação de estudo:

A pesquisa qualitativa não se refere apenas ao emprego de técnica e de habilidade aos métodos, mas também inclui uma atitude de pesquisa específica. [...] essa atitude é também atribuída, em parte, a certo grau de

reflexão sobre o tema, à apropriabilidade da questão e dos métodos de pesquisa [...] e a utilização adequada de métodos qualitativos frequentemente advém da experiência, dos problemas, dos erros e do trabalho contínuo do campo. (Flick, 2009, p. 36).

A abordagem qualitativa é definida também como uma análise textual, que dependendo dos materiais utilizados, pode ter denominações específicas. As análises textuais possuem como foco de estudo as mensagens, a linguagem, o discurso e, além disso, podem se referir a outras linguagens simbólicas.

### 2.2.1 Análise de Conteúdo

Esta investigação foi desenvolvida com o uso da análise textual com ênfase nos procedimentos e critérios da Análise de Conteúdo preconizadas por Bardin (2011). A AC se insere em um conjunto de técnicas de análises textuais produzidas de diversas formas, como por exemplo, entrevistas, relatórios e outros documentos. O termo AC pode ser definido, segundo Bardin (2011, p. 48), como:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitem a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

Assim, para que as inferências sejam elaboradas de forma adequada, é necessário procedimentos sistemáticos e objetivos a partir da seleção adequada do *corpus* (que são os documentos utilizados na investigação). Moraes (1999) complementa a ideia e define a AC da seguinte forma:

A análise de conteúdo constitui uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos. Essa análise, conduzindo a descrições sistemáticas, qualitativas ou quantitativas, ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum. (Moraes, 1999, p. 2).

Assim, pertencem ao domínio da AC todas as iniciativas de análise que consistam em sistematizar e explicar o conteúdo das mensagens e da expressão desse conteúdo. Segundo Moraes (1999), a AC é constituída por cinco etapas: 1) preparação das informações; 2) unitarização ou transformação do conteúdo em

unidades de análise; 3) categorização ou classificação das unidades em categorias; 4) descrição; e, 5) interpretação.

Diante do material coletado, já apresentado na seção anterior, fizemos alguns recortes, selecionando nosso *corpus*. A seguir, apresentamos como foi realizado o caminho metodológico, adequando-o aos pressupostos da AC.

A preparação das informações ocorreu por meio da identificação de diferentes informações a serem utilizadas. Nesta investigação, selecionamos como *corpus* da pesquisa quatro gravações das regências, apresentadas no Quadro 16, que correspondem às aulas 1 e 2 das duas oficinas temáticas.

**Quadro 14** – Documentos que constituem o *corpus* da pesquisa

Atividades	Regências
Codificação dos documentos	Rg.01.aula1 (50min16s) – 14/05/21 Rg.01.aula2 (50min) – 17/05/21 Rg.02.aula1 (48min) – 10/05/21 Rg.02.aula2 (45min30s) – 12/05/21

**Fonte:** o próprio autor.

A escolha do *corpus* é justificada pela questão de pesquisa definida para a investigação, a saber: Quais ações docentes são evidenciadas em aulas de Química ministradas por licenciandos no Ensino Médio e quais delas estão relacionadas com as PC?

Para responder à questão de pesquisa, alinhamos com o seguinte objetivo: caracterizar as PC por meio da descrição das ações docentes observadas na execução de aulas de Química ministradas por licenciandos, em situação remota. Com este intuito, por meio da descrição das ações dos licenciandos, realizadas nas regências das aulas 1 e 2 dos dois grupos investigados, inicialmente procedemos à transcrição dos vídeos, com duração entre 45 e 50 minutos cada. Foram analisados os vídeos de cada uma das regências, juntamente com suas transcrições, possibilitando, assim, a identificação de ações executadas pelos licenciandos, buscando por ações docentes relacionadas às PC.

Vale lembrar que as ações, regidas pelos verbos representativos, foram desmembradas em um conjunto de ações menores, as microações. Estas microações que identificamos como nossas unidades de análise, referem-se ao detalhamento dos diversos atos ocorridos em cada uma das ações, especificando-as.

Na etapa de unitarização, os documentos utilizados devem ser lidos de forma cuidadosa, e relidos até a definição de unidades de análise, que são palavras ou frases que possibilitam sentidos ao pesquisador. Para as regências, dividimos cada uma das transcrições em turnos de fala, numerando-as sequencialmente em números cardinais. Vale lembrar que as duas aulas ministradas de cada um dos grupos foram numeradas, sequencialmente. Este procedimento teve como objetivo facilitar a compreensão do leitor em relação à temporalidade da aula em que as microações ocorreram.

As unidades de análise foram identificadas de acordo com os verbos que determinam as ações executadas, e as suas microações na sequência como se encontram na transcrição. Por exemplo: Rg01.01 (regência do grupo 01, turno de fala 01).

O processo de categorização é definido como um processo de agrupar dados, considerando a parte comum existente entre eles. As categorias podem ser *a priori*, quando são utilizadas da mesma forma que apresentadas no referencial teórico utilizado, ou emergentes, quando emergem a partir dos dados utilizados na análise. Nesta pesquisa, para a análise das ações docentes executadas pelos licenciandos durante as regências, retomamos a transcrição, procurando compreender o contexto e identificar quais ações ocorriam, e quando surgiam dúvidas, eram retomados os vídeos para esclarecer o que realmente ocorria em determinado momento. Com este procedimento, foi possível o reconhecimento e agrupamento das unidades de análise e, por fim, a alocação das categorias.

Após a identificação das ações realizadas pelos licenciandos, houve a emergência de algumas categorias. Posteriormente, buscamos algumas relações com as oito Práticas Científicas, a partir de documentos norteadores desta pesquisa, (NRC, 2012; NGSS, 2013) adaptadas ao contexto desta investigação.

A descrição é uma forma de comunicar o resultado do trabalho. Para isto foi realizada a produção de um texto síntese que expressa o conjunto de significados presentes nas diversas unidades de análise incluídas em cada uma delas. A organização desta descrição foi determinada a partir das categorias que emergiram diante do contexto investigado.

Por fim, partimos para a interpretação das informações, etapa que consiste em ir além da descrição, ou seja, atingir uma compreensão mais aprofundada dos conteúdos das mensagens. Nesta etapa foram explorados significados expressos

para as ações docentes e para cada uma das PC, segundo o NRC (2012), o NGSS (2013) e demais referenciais utilizados.

Nesta pesquisa, para cada aula selecionada, observamos a execução das regências ministradas pelos licenciandos. Sendo assim, as ações executadas correspondem às ações identificadas nas regências que foram realizadas no sistema remoto.

A seguir, no capítulo 3 é apresentada a análise das ações docentes executadas pelos licenciandos, buscando relações com as Práticas Científicas.

## CAPÍTULO 3 – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DAS REGÊNCIAS

No terceiro capítulo apresentamos e discutimos as regências ministradas pelos licenciandos, orientados pelo seguinte objetivo: caracterizar as PC por meio da descrição das ações docentes observadas na execução de aulas de Química ministradas por licenciandos em situação remota.

Foram analisadas as regências de dois grupos. Nas aulas do grupo 01 foi abordada a temática Pilhas, e o conteúdo ministrado corresponde a conceitos da eletroquímica; nas aulas do grupo 02 foi abordada a temática Energia dos alimentos, e o conteúdo ministrado corresponde a conceitos da termoquímica.

A seguir, apresentamos as análises das regências do grupo 01 que abordou o tema Pilhas.

### 3.1 REGÊNCIAS DO GRUPO 01 – PILHAS

As regências analisadas tiveram duração de duas horas/aula e foram realizadas por meio da Plataforma do *Google meet*, abordando a seguinte questão problematizadora: *Como os elétrons estão presentes em nossas vidas?* As aulas foram ministradas por 2 licenciandos que também estavam cursando bacharelado em Química, concomitantemente, e ambos não possuíam experiência na docência.

As aulas foram realizadas em dois dias distintos: a primeira aula ocorreu em uma sexta-feira, e a segunda aula, na segunda-feira seguinte, ambas na última aula do período matutino. A análise das aulas se deu de forma contínua, com duração de aproximadamente 100 minutos, uma vez que correspondem a uma proposta de oficina temática. Os conteúdos trabalhados correspondem a tópicos de eletroquímica, tais como: reações de oxidação e redução, número de oxidação (NOX), esquema e representação de pilhas galvânicas, cálculo de ddp (diferença de potencial) e corrosão.

A seguir, apresentamos o detalhamento das aulas.

#### 3.1.1 Detalhamento das aulas

Para cada uma das aulas, a dupla de licenciandos fez uso de slides para apresentar os conteúdos de forma expositiva e dialogada. Por meio de uma

problematização, deu-se início à aula, partindo da temática: Como os elétrons estão presentes em nossas vidas? Na sequência, foram explorados diversos conteúdos, tais como: componentes de uma pilha eletroquímica, reações de oxirredução, força eletromotriz e corrosão. Os licenciandos utilizaram-se de questões para conduzir suas explicações e também para identificar alguns conhecimentos prévios dos alunos e esclarecer eventuais dúvidas. Além de slides, foram empregados simuladores que mostravam o funcionamento de uma pilha, bem como a diferença de potencial ao serem utilizados diferentes metais em sua composição. Também lançaram mão do vídeo de um experimento que os licenciandos gravaram, previamente, contendo uma pilha de limão.

No Quadro 15 é apresentado um resumo do encaminhamento metodológico adotado pelos licenciandos durante as aulas.

**Quadro 15** – Encaminhamento metodológico adotado pelos licenciandos para as aulas do grupo 01

<b>Objetivo geral:</b> Compreender o funcionamento de uma cela galvânica e como sua composição afeta sua utilidade, bem como reconhecê-la no dia a dia.	
<b>Conteúdos:</b> Pilhas: componentes, reações de óxido-redução, ddp. Potencial padrão de redução. Corrosão.	
<b>Recursos:</b> Slides, Simuladores <i>online</i> e vídeo de um experimento.	
<b>Aulas</b>	<b>Encaminhamento metodológico</b>
Aula 01	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentar e questionar os alunos a respeito da problematização (maresia);</li> <li>- Perguntar aos alunos a importância dos elétrons nos processos químicos (reações).</li> <li>- Explicar os componentes e estrutura de uma pilha eletroquímica; a importância das pilhas; as reações que ocorrem no cátodo e no ânodo; o movimento de cargas; a composição dos eletrólitos; a função da ponte salina; a representação esquemática de uma pilha;</li> <li>- Utilizar uma simulação para explicar o funcionamento de uma pilha.</li> <li>- Identificar situações de oxidação e redução, com base na tabela de potenciais de redução e simulador;</li> <li>- Resolver exercícios sobre pilhas e corrigi-los.</li> </ul>
Aula 02	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esclarecer dúvidas da aula anterior;</li> <li>- Explicar a partir de modelos e gráficos os potenciais padrão de redução;</li> <li>- Explicar como se faz a leitura e interpretação da tabela de potenciais de redução; o cálculo da ddp; a previsão de quando ocorrerá redução ou oxidação da espécie química.</li> <li>- Demonstrar, no simulador, o comportamento de diferentes metais; as reações de oxido-redução; ddp das pilhas; fluxo de elétrons;</li> <li>- Resolver exercícios;</li> <li>- Apresentar um esquema a respeito do processo de corrosão;</li> <li>- Explicar a corrosão dos metais e a ferrugem;</li> <li>- Demonstrar um experimento: pilha de limão e identificar, por meio de um exercício, o cátodo e o ânodo, a ddp e o fluxo de elétrons;</li> <li>- Retomar a problematização e explicar a relação entre maresia e corrosão.</li> </ul>

**Fonte:** o próprio autor, fundamentado no plano e nas aulas dos licenciandos.

De acordo com o Quadro 15, é possível perceber que as aulas foram conduzidas com o uso de recursos didáticos<sup>31</sup> variados (perguntas, simuladores, vídeos de experimentos científicos, exercícios, esquemas, uso de problematizações), de forma a possibilitar um maior envolvimento dos alunos. Esta foi uma escolha do grupo, considerando também as sugestões da docente da disciplina e do pesquisador, uma vez que um dos objetivos era propor uma aula incorporando o maior número de Práticas Científicas estudadas, previamente, na disciplina. Vale ressaltar que as aulas ocorreram de forma remota, por conta da pandemia do coronavírus.

A seguir serão apresentadas as ações docentes identificadas e as PC relacionadas a estas ações.

### 3.1.2 Ações docentes identificadas nas aulas ministradas pelo grupo 01 e as PC relacionadas

Após a transcrição da gravação das aulas, os vídeos foram novamente assistidos a fim de serem identificadas as ações e microações docentes executadas pelos licenciados na condução das aulas.

Para a análise das ações docentes, inicialmente buscamos identificar as ações realizadas pelos licenciandos e, após isso, estabelecer possíveis relações com as PC. Nesta investigação buscamos, portanto, caracterizar as PC por meio da descrição das ações docentes envolvidas na execução de aulas de Química ministradas pelos licenciandos em situação remota.

Nas aulas do grupo 01 foram identificadas 22 ações docentes diferentes, realizadas pelos licenciandos, tais como: agradecer, almejar, apresentar, calcular, comentar, confirmar, conversar, cumprimentar, demonstrar, descrever, despedir, elogiar, escrever, explicar, identificar, incentivar, interpretar, ler, mostrar, pedir, perguntar e responder, aqui descritas em ordem alfabética e apresentadas nos Quadros 16 e 17. Os números entre parênteses correspondem às unidades de análise registradas a partir das gravações.

---

<sup>31</sup> Compreendemos recursos didáticos como: “*Todos os recursos físicos, utilizados com maior ou menor frequência em todas as disciplinas, áreas de estudo ou atividades, sejam quais forem as técnicas ou métodos empregados, visando auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem mais eficientemente, constituindo-se num meio para facilitar, incentivar ou possibilitar o processo ensino-aprendizagem*”. (Cerqueira; Ferreira, 2000, p. 1).



No Quadro 16 estão elencadas as ações e microações que mediante nossas análises não apresentaram qualquer relação com as Práticas Científicas, tais como: agradecer, almejar, apresentar, comentar, confirmar, conversar, cumprimentar, despedir, elogiar, incentivar, ler, mostrar, pedir, perguntar e responder.

**Quadro 16** – Exemplos de ações docentes e microações identificadas nas aulas do grupo 01 que não estão relacionadas com as PC

<b>Ações docentes</b>	<b>Microações</b>
<b>Agradecer</b>	Agradece pela atenção na aula (142)
	Agradece a atenção e participação dos alunos na aula (369, 373)
<b>Almejar</b>	Almeja que os alunos gostem da aula (13)
<b>Apresentar</b>	Apresenta-se para a turma (12)
	Apresenta que a voltagem será vista durante a aula (182)
	Apresenta que gravaram um vídeo de um experimento e que irão mostrá-lo (361)
<b>Comentar</b>	Comenta o que será falado na aula sobre corrosão e pilhas (32)
	Comenta que a explicação será realizada parte por parte (86)
	Comenta que a resolução do exercício será por parte (98)
	Comenta que será enviado exercício no formulário para ser realizado em casa (117)
	Comenta a resposta de uma aluna postada no chat (124, 338)
	Comenta que na próxima aula será tratado sobre o que ocorre dentro da pilha (140)
	Comenta que dará continuidade ao conteúdo da última aula (145)
	Comenta que pode voltar e mostrar o exercício (157)
	Comenta que as semirreações serão importantes para a aula (159)
	Comenta que fará a resolução do exercício rapidamente (163)
	Comenta que vai retomar alguns conteúdos (165, 318)
	Comenta que se não há dúvidas irá passar para frente o slide (173)
	Comenta que irá começar a aula conversando um pouco (175)
	Comenta com os alunos que o tema da aula está relacionado à voltagem e volts (187)
	Comenta que pode começar pelo cobre (205)
	Comenta que tem algumas simulações para mostrar (244)
	Comenta o exemplo das baterias de íon lítio (271)
	Comenta que não sabe o valor que vai dar de ddp (289)
	Comenta que tem outro simulador que precisam ver (293)
	<b>Confirmar</b>
Confirma que consegue ouvir (119)	
Confirma que está aparecendo a simulação (245)	
Confirma a resposta do licenciando e do aluno (267)	
Confirma que a prata seria o cátodo (278)	
Confirma que a ddp é de 0,34 [mediante tabela de potenciais de redução] (211)	
Confirma que está certo o valor de 3,15 volts (292)	
<b>Conversar</b>	Conversa com o outro licenciando sobre o andamento da aula (113, 114, 115, 116, 136, 316, 317, 365)
<b>Cumprimentar</b>	Cumprimenta os alunos (10, 11, 144, 146)
<b>Despedir</b>	Despede-se dos alunos (395)
<b>Elogiar</b>	Elogia a explicação do aluno (27, 41)
	Elogia a resposta do aluno (111, 207, 223, 226, 333, 345, 350)
<b>Incentivar</b>	Incentiva os alunos a responderem à pergunta (95)
<b>Ler</b>	Lê o exercício (167)

<b>Mostrar</b>	Mostra um exercício (273)
	Mostra uma tabela de potenciais padrão de redução (269, 368)
<b>Pedir</b>	Pede para alguém ler o texto sobre a problematização (17)
	Pede para o outro licenciando passar o slide (84, 87, 89, 91, 188, 196, 341, 360)
	Pede para o outro licenciando resolver as questões (158, 161)
<b>Perguntar</b>	Pergunta se os slides estão aparecendo na tela do <i>meet</i> ; (14)
	Pergunta se alguém poderia ler o texto da problematização (18)
	Pergunta se alguém já havia visto o esquema de uma pilha (45)
	Pergunta se estão conseguindo ouvi-lo (118)
	Pergunta se os alunos têm dúvidas (139, 141, 172, 175, 236)
	Pergunta se é a letra (d) do exercício (162)
	Pergunta se faz barulho (168)
	Pergunta se entenderam a resposta (184, 358)
	Pergunta se o vídeo do experimento está aparecendo (362)
	Pergunta se o vídeo do experimento está aparecendo (362)
<b>Responder</b>	Responde que não escuta barulhos (169, 311)
	Responde que não entendeu a fala do aluno (324, 353)
	Responde que está aparecendo o vídeo (363)

Fonte: próprio autor

A seguir, para cada uma das ações listadas no Quadro 16 serão apresentados alguns trechos da transcrição, bem como algumas explicações.

A ação agradecer corresponde aos momentos em que os licenciandos agradecem aos alunos pela participação e atenção na aula realizada, como no exemplo a seguir:

*Obrigado pessoal, pela atenção. (142)*

A ação almejar corresponde ao momento em que os licenciandos almejam que os alunos gostem da aula. No exemplo, os licenciandos expressam que almejam que os alunos gostem das aulas de Química que serão ministradas por eles:

*Espero que vocês gostem! (13)*

A ação apresentar corresponde aos momentos em que os licenciandos se apresentam à turma, e também diz respeito a alguns tópicos que serão apresentados:

*[...] Então, tá! Disseram que conhecem a voltagem, e tem a ver com volt. A gente vai ver durante a aula, isso vai ser o tema principal desta aula, o objeto de estudo desta aula [...]. (182)*

A ação comentar corresponde aos momentos em que os licenciandos comentam como irão realizar a gestão da aula, ou comentam respostas dadas no chat.

No trecho abaixo, os licenciandos comentam que retomarão alguns conteúdos, caso surjam dúvidas:

*A gente vai retomar algumas coisas, qualquer coisa a gente vai tirando as dúvidas. (165)*

A ação confirmar corresponde aos momentos em que os licenciandos confirmam as respostas dos alunos. No exemplo a seguir, os licenciandos confirmam uma resposta correta dada por um aluno, diante de uma pergunta motivada pelo uso do simulador:

*É isso mesmo. (227)*

A ação conversar corresponde aos momentos em que os licenciandos conversam entre si, durante a aula, verificando se os slides estão aparecendo, e também para definir ações pontuais durante a regência. Nos trechos abaixo, os licenciandos conversam a respeito da maneira como darão sequência à aula, se resolveriam o exercício naquele momento ou não, uma vez que faltavam cinco minutos para acabar a aula:

*Será que a gente faz os exercícios ou a gente manda para eles? (114)*

*Acho melhor mandar, né? [...] (115)*

A ação cumprimentar corresponde aos momentos em que os licenciandos cumprimentam os alunos no início de cada uma das aulas. No trecho abaixo, os licenciandos cumprimentam os alunos no início da segunda aula da oficina temática:

*[...] Pessoal, bom dia! Tudo bem com vocês? (146)*

A ação despedir corresponde aos momentos em que os licenciandos se despedem dos alunos, ao final da aula. No exemplo, os licenciandos se despedem dos alunos no final da oficina temática:

*Tchau. (395)*

A ação elogiar corresponde aos momentos em que os licenciandos elogiam a resposta dos alunos em diferentes tempos da aula. No exemplo, os licenciandos elogiam a resposta dos alunos diante de uma pergunta relacionada ao desgaste ou não de uma placa metálica de zinco e cobre:

*Excelente, muito bem! (333)*

A ação incentivar corresponde aos momentos em que os licenciandos incentivam os alunos a responderem a algumas perguntas. No exemplo, os licenciandos incentivam os alunos a responderem as questões propostas, neste caso em específico, o que estaria oxidando ou reduzindo, no exemplo de uma pilha galvânica:

*Vamos lá, pessoal! (95)*

A ação ler corresponde aos momentos em que os licenciandos leem um dos exercícios propostos. No exemplo, o licenciando lê o enunciado de um exercício proposto em sala de aula:

*Equacione a semirreação anódica. (167)*

A ação mostrar corresponde aos momentos em que os licenciandos mostram um exercício ou uma tabela de potenciais de redução de alguns metais. No exemplo, os licenciandos mostram aos alunos uma tabela de potenciais de redução de alguns metais para ajudar os alunos a responderem a uma questão proposta na aula:

*Vamos mostrar a tabela de potenciais [padrão] de redução. (368)*

A ação pedir corresponde aos momentos em que um dos licenciandos pede ao outro para passar o slide durante a apresentação, ou fazer algum exercício junto com os alunos. No exemplo, o licenciando pede ao outro licenciando para passar os slides durante a apresentação:

*Pode passar L1 [o slide]. (87)*

A ação perguntar corresponde aos momentos em que os licenciandos perguntam se estão aparecendo os slides durante a apresentação ou o vídeo, se os alunos têm dúvidas referentes ao conteúdo ministrado ou aos exercícios propostos. Neste caso, são perguntas mais gerais que dão encaminhamento à aula. Nos exemplos, os licenciandos perguntam aos alunos se eles têm dúvidas ou se entenderam a explicação:

*Alguém tem alguma dúvida? Não? (141)*

*Entendido? (184)*

A ação responder corresponde aos momentos em que os licenciandos respondem aos alunos sobre questões gerais de encaminhamento da aula. No exemplo, o licenciando responde que não entendeu uma das falas do aluno:

*Não entendi. (353)*

Muitas das ações acima relatadas foram identificadas em outros estudos. Por exemplo, as ações agradecer e comentar também foram identificadas na pesquisa de Dias (2018) ao estudar as ações docentes em aulas de Matemática do Ensino Fundamental, no mesmo sentido por nós identificadas. A ação confirmar foi identificada na pesquisa da Bortoloci (2021) ao estudar as ações docentes em aulas de Química e Física ministradas para turmas do nono ano do Ensino Fundamental. A ação conversar foi identificada na pesquisa de Assaí (2019), descrita como conversas com professores, colegas e alunos sobre assuntos não relacionados diretamente à aula, em um contexto investigativo de ações realizadas por licenciandos durante as regências dos estágios supervisionados.

As ações cumprimentar, despedir e elogiar também foram identificadas nos estudos de Borges (2020), Bortoloci (2021) e Piratelo (2018), respectivamente. Borges (2020) analisa as ações docentes em aulas de Química no Ensino Médio e Piratelo (2018) analisa aulas de Ciências de dois professores do 1º ciclo, em Portugal, integrado a um centro de ciências.

Por sua vez, ainda encontramos registros das ações pedir, incentivar e ler nos estudos de Dias (2018), Piratelo (2018) e Santos (2019), respectivamente.

Santos (2019) analisa aulas de três professores, sendo dois professores de Química e um de Física em um curso de Licenciatura em Química.

Nas ações e microações mencionadas, não evidenciamos aspectos relacionados às Práticas Científicas. O que observamos, a partir dos exemplos apresentados, foram microações mais relacionadas a fatores ligados com a gestão da sala de aula<sup>32</sup>, por meio da relação pessoal entre os licenciandos e os alunos, ou seja, quando agradecem, cumprimentam, se despedem, ou ainda quando buscam incentivar ou elogiar os alunos, buscando uma participação mais ativa nas atividades propostas; ou ainda, ações entre os próprios licenciandos, por exemplo, quando conversam entre si sobre a forma como conduzirão a aula, ponderando o tempo e as atividades previstas. O formato de aula remota também pode ter propiciado algumas microações, como por exemplo, quando pedem para passar os slides, ou mesmo, quando comentam alguma resposta do *chat*.

Entretanto, em outros momentos da aula, foram identificadas ações e microações nas quais evidenciamos relações com as PC, que seguem apresentadas no Quadro 17.

As ações docentes encontram-se em ordem alfabética e os números entre parênteses, correspondem às unidades de análise codificadas a partir das gravações. Na terceira coluna temos as Práticas Científicas identificadas que se relacionam com as respectivas microações. Destacamos cada uma das PC com cores diferentes com o intuito de facilitar o seu reconhecimento e diferenciação.

**Quadro 17** – Ações docentes e microações identificadas nas aulas do grupo 01, bem como as PC relacionadas

Ações docentes	Microações	PC
<b>Apresentar</b>	Apresenta o esquema que representa a pilha de Daniell (46)	PC2
<b>Calcular</b>	Calcula o valor de ddp da pilha, mediante a fórmula matemática (217, 234)	PC5
	Calcula a ddp, mostrando que a voltagem é maior (260)	PC5
<b>Comentar</b>	Comenta a representação de uma pilha eletroquímica (49)	PC2

<sup>32</sup> A gestão da sala de aula ou gestão de classe “consiste num conjunto de regras e de disposições necessárias para criar e manter um ambiente ordenado favorável tanto ao ensino quanto à aprendizagem” (Gauthier *et al.*, 2006, p. 240); para isso o licenciando deve “organizar suas turmas, estabelecer regras e maneiras de proceder, reagir aos comportamentos inaceitáveis, dar um encadeamento às atividades, etc.” (ibid, p. 139). Refere-se à introdução e à manutenção da ordem em sala de aula, envolvendo o planejamento das medidas disciplinares, das regras e dos procedimentos gerais em sala de aula, o estabelecimento de rotinas, desenvolvimento da responsabilidade, etc. (ibid, pp. 240- 273 *apud* Arruda, Lima e Passos, 2011, p. 142).

	Comenta o tipo de reação (anódica ou catódica) pela representação da pilha (112)	PC2
	Comenta sobre as semirreações do cobre e da prata a partir da representação de uma pilha (137)	PC2
	Comenta, a partir de uma representação de uma pilha, se o fenômeno sofre oxidação ou redução (238)	PC2
	Comenta que no simulador pode montar a pilha que quiser (295)	PC2
	Comenta que será simulado com os metais prata e chumbo (308)	PC2
	Comenta que a corrosão é um tipo de pilha eletroquímica (340)	PC2
<b>Demonstrar</b>	Demonstra a partir de um simulador uma pilha com os metais zinco e cobre (82)	PC2
	Demonstra para os alunos o fluxo de elétrons a partir do simulador (248)	PC2
	Demonstra a partir de um simulador que ao mudar o metal, altera o fluxo de elétrons (257)	PC2
	Demonstra que não tem o ouro no simulador (298, 299)	PC2
	Demonstra a partir do simulador se o metal lítio apresenta o menor potencial (303)	PC2
	Demonstra algumas opções de metais para serem usados em simulações de pilhas galvânicas (305, 306)	PC2
	Demonstra um experimento denominado pilha de limão (364)	PC3
<b>Descrever</b>	Descreve em detalhes o esquema de uma pilha - eletrodo, corrosão, deposição, corrente, polos positivos e negativos [apontando para os eletrodos] (47, 76)	PC2
	Descreve uma cela eletrolítica, mediante uma simulação da pilha cobre/zinco (83)	PC2
	Descreve o fluxo de elétrons por meio da simulação do cobre para o cobalto (246)	PC2
	Descreve dados do exercício a partir de um esquema da pilha (275)	PC2
	Descreve o aparelho voltímetro (294)	PC2
	Descreve um esquema que mostra a corrosão do ferro em uma gota de água (342)	PC2
<b>Escrever</b>	Escreve a fórmula da ddp no slide, indicando a relação entre as diferentes variáveis (286)	PC5
<b>Explicar</b>	Explica situações do cotidiano relacionadas à ferrugem (22)	PC6
	Explica sobre o conceito de oxidação e redução (54, 56, 57, 319)	PC6
	Explica com o uso de analogias (cabo de guerra) a ideia de ganho e perda de elétrons nas reações de óxido redução (55, 239, 242)	PC2
	Explica o fluxo de elétrons e a geração de corrente elétrica por meio das semirreações [apontando e grifando no slide] (64, 67)	PC6
	Explica a reação global da pilha [grifando no slide] (68)	PC6
	Explica onde seriam os polos positivo e negativo, sendo o cátodo/ânodo [apontando para as reações] (75, 228)	PC6
	Explica a importância da ponte salina [grifando no slide] (78)	PC6
	Explica as semirreações e as pilhas recarregáveis, relacionando-as aos processos espontâneos e não espontâneos [apontando para as reações e esquema] (80)	PC6
	Explica o significado de cada uma das partes da representação da pilha, oxidação e redução (88, 103)	PC6
	Explica o significado das barras na representação da pilha (90)	PC6
	Explica a ponte salina (92)	PC6
	Explica a representação de uma pilha (93, 121)	PC2
	Explica a posição do cátodo e ânodo mediante o esquema de uma pilha (127)	PC2
	Explica que o cátodo é o lado positivo e ânodo o lado negativo da pilha (133)	PC6

	Explica novamente os conceitos a partir de um exercício (170)	PC6
	Explica os cálculos mediante a resolução de um exercício (171)	PC5
	Explica o significado de voltagem, a semelhança com ddp e força eletromotriz (183, 189)	PC6
	Explica o significado do potencial de redução (191, 193, 199)	PC6
	Explica como se calcula a ddp da pilha, fazendo uso da fórmula] (195, 208)	PC5
	Explica as tendências de uma espécie química oxidar/reduzir, mediante os valores de potenciais de redução (216)	PC5
	Explica a capacidade de uma pilha fornecer energia (218)	PC6
	Explica, a partir do simulador, que o fluxo de elétrons se modifica com a alteração do metal (258)	PC2
	Explica, a partir do simulador, que quanto maior for a diferença entre os potenciais, maior será a corrente, que é a eletricidade (261)	PC2
	Explica, a partir do simulador, que não terá corrente elétrica (264)	PC2
	Explica, a partir do simulador, que para a bateria ser mais forte, será preciso um metal com menor e outro com maior potencial (266)	PC2
	Explica, mostrando na reação global, a Ag reduzindo e Mg oxidando (282)	PC6
	Explica, a partir do simulador, que a posição dos eletrodos não interfere (315)	PC2
	Explica, a partir de evidências, que o oxigênio é a espécie química que sofre redução (355, 357)	PC7
	Explica a relação da ponte salina, água do mar e oxidação, concluindo sobre a problemática da aula (388)	PC8
<b>Identificar</b>	Identifica o lítio na tabela de potenciais padrão de redução (270)	PC4
	Identifica os potenciais do cobre e do zinco na tabela de potenciais de redução (369)	PC4
<b>Interpretar</b>	Interpreta alguns potenciais de redução mediante a tabela de potenciais de redução (197, 200, 240)	PC4
	Interpreta que a prata é o metal que apresenta o maior potencial de redução (249, 253)	PC4
	Interpreta as situações dos metais prata e chumbo mediante a tabela de potenciais de redução (312)	PC4
<b>Perguntar</b>	Pergunta sobre o fenômeno da ferrugem (23, 25, 28)	PC1
	Pergunta sobre o fenômeno da corrosão, a partir da descrição de situações cotidianas (30, 31)	PC1
	Pergunta sobre o funcionamento de uma pilha (33, 35, 50)	PC1
	Pergunta se a energia em uma pilha é gerada a partir de uma corrente elétrica (38)	PC1
	Pergunta como seria a geração de energia em nível microscópico (42)	PC1
	Pergunta sobre o conhecimento de alguma representação de uma pilha (43)	PC1
	Pergunta sobre o significado do número presente no esquema da pilha (48)	PC1
	Pergunta o significado das palavras oxidar e reduzir (52)	PC1
	Pergunta quais seriam os processos de oxidação/redução em semirreações (58, 65)	PC1
	Pergunta se o zinco está oxidando ou reduzindo (60, 62)	PC1
	Pergunta se há dúvidas, após explicação da reação global (69)	PC1
	Pergunta quanto à atração de cargas em uma pilha (71)	PC1
	Pergunta sobre o tipo de polo que seria no cátodo (73)	PC1
	Pergunta sobre a importância da ponte salina (77)	PC1
	Pergunta a respeito do significado da representação de uma pilha (85)	PC1
	Pergunta qual espécie química está oxidando/reduzindo (94, 97, 107, 134, 138, 351)	PC1



Pergunta por que o zinco sofre oxidação (100)	PC1
Pergunta qual seria o tipo de reação que ocorre com o cobre (104)	PC1
Pergunta qual seria o cátodo/ânodo (109, 122, 203, 210, 221, 366)	PC1
Pergunta quais dos eletrodos seria positivo/negativo e por quê (128, 130)	PC1
Pergunta se há dúvidas no exercício proposto (147, 149, 152, 154, 160)	PC1
Pergunta se conhecem os termos força eletromotriz, voltagem e diferença de potencial (177)	PC1
Pergunta sobre o significado de voltagem (179)	PC1
Pergunta como se determina o valor da ddp (186, 190, 194)	PC1
Pergunta como usar os potenciais de redução para o cálculo de voltagem (192)	PC1
Pergunta sobre o significado dos potenciais de redução estarem positivos e outros negativos na tabela (198)	PC1
Pergunta se há dúvidas em relação aos potenciais de redução (201)	PC1
Pergunta o valor dos potenciais de redução de algumas espécies químicas (209, 214, 229, 232)	PC1
Pergunta se há dúvidas a respeito da formação de energia pela pilha. (219)	PC1
Pergunta se um metal poderia se comportar ora como cátodo, ora como ânodo (224)	PC1
Pergunta o que seria o cátodo na situação descrita (241)	PC1
Pergunta o que é um potencial, o que são os números na tabela de potencial de redução (243)	PC1
Pergunta o que ocorreria na simulação ao modificar os metais (247, 250, 255)	PC1
Pergunta o que ocorreria se os dois eletrodos fossem do mesmo metal (262)	PC1
Pergunta qual espécie química apresenta o menor potencial de redução na tabela (268)	PC1
Pergunta o valor do potencial da célula (voltagem) (274)	PC1
Pergunta como os alunos responderiam ao exercício (276)	PC1
Pergunta o porquê da prata ser o cátodo (279)	PC1
Pergunta qual seria o valor da ddp da pilha (283, 290)	PC1
Pergunta qual metal poderia ser o ânodo, no exemplo do simulador (296, 301)	PC1
Pergunta porque deu um valor negativo no voltímetro na situação simulada (309)	PC1
Pergunta se há dúvidas sobre os conceitos de oxidação/redução (319)	PC1
Pergunta quais seriam as mudanças físicas observadas nas pilhas (322)	PC1
Pergunta se lembram as reações que ocorrem nos eletrodos (328)	PC1
Pergunta quais as evidências percebidas durante as reações (331)	PC1
Pergunta se a pilha seria um processo de corrosão (334, 336)	PC1
Pergunta o que seria a região onde ocorre a perda de massa (343, 346)	PC1
Pergunta como se dá o fluxo de elétrons no experimento da pilha de limão (372, 375)	PC1
Pergunta se a pilha funcionaria se fossem usadas apenas moedas, ou apenas parafusos (378, 380)	PC1
Pergunta por que em cidades litorâneas a formação de ferrugem é mais acelerada (384)	PC1
Pergunta sobre a ponte salina (386)	PC1

Fonte: próprio autor

Na sequência, apresentamos cada uma das ações e suas microações, buscando esclarecer as PC identificadas.

Para a ação apresentar identificamos uma microação relacionada à PC2 – Desenvolver e usar modelos –, quando o licenciando apresenta um esquema da pilha de Daniell, explorando as suas características, como no exemplo a seguir:

*Parece um pouco estranha, mas o funcionamento de uma pilha ela se baseia, é um esquema parecido com esse, vocês vão ver na sequência da aula que é basicamente essa a estrutura interna de uma pilha, não exatamente nesta configuração, mas com esta representação. Então, esta mesma representação que a gente viu, uma representação mais simples. [vide última figura]. Aqui ela é representada de forma mais detalhada, a gente observa então aqui, toda aquela estrutura da pilha é composta por um sistema parecido com isso. Essa aqui é uma pilha bastante famosa, é chamada pilha de Daniel [...] A gente observa então aqui, é uma imagem com bastante informação, num primeiro contato vocês podem ficar um pouco confusos, então vamos por parte, vamos ver cada um dos itens desta imagem. (46)*

Neste caso, o licenciando apresenta a pilha de Daniell para os alunos, no início da aula, salientando que há várias informações que eles devem assimilar, mas que isso será explicado em detalhes, posteriormente. Identificamos relações com a PC2, uma vez que esta PC consiste no uso de representações ou modelos que possibilitam maior visualização e compreensão do fenômeno investigado, neste caso, os componentes de uma pilha galvânica.

A ação calcular corresponde aos momentos em que os licenciandos utilizam o raciocínio matemático e empregam algumas operações para explicar e determinar o valor da diferença de potencial (ddp) da pilha. Identificamos microações da ação calcular relacionadas à PC5 – Utilizar matemática e o pensamento computacional –, quando os licenciandos, durante a aula, realizam cálculos de ddp da pilha; ou quando alteram os metais na composição da pilha, buscando por novos valores da voltagem.

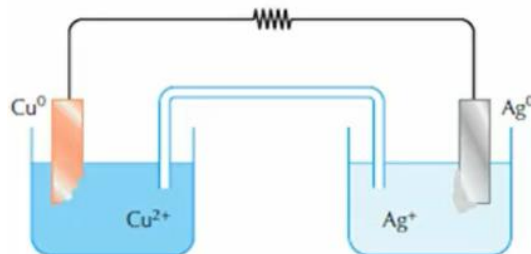
No exemplo a seguir, o licenciando calcula o valor da diferença de potencial da pilha, por meio de uma fórmula, chegando ao valor de 1,1 volts para a pilha em questão:

*Então, combinando estas duas equações, a gente vai ter o potencial do cátodo, menos o potencial do ânodo, então vai ser 0,34 menos, entre parênteses, menos 0,76, vai fazendo [...] jogo de sinais, a gente vai ficar no potencial de 0,76 positivo, e vai estar somando, o 0,34 mais o 0,76 que a gente vai ter um valor final de 1,1 volts. (217)*

Identificamos indícios da PC5, uma vez que esta PC compreende o uso de cálculos matemáticos permitindo a previsão do comportamento e/ou o reconhecimento de expressões e quantidades. No cálculo da ddp (diferença de potencial), sendo  $0,34 - (-0,76)$ , chegando ao resultado de 1,1 volts.

Para a ação docente comentar, identificamos algumas microações relacionadas à PC2 – Desenvolver e usar modelos –, principalmente quando os licenciandos comentam as semirreações da pilha de cobre e prata, fazendo uso de um modelo que representa a transferência de elétrons (Figura 3), o que possibilita uma diferença de potencial.

**Figura 3** – Esquema da pilha cobre/prata



**Fonte:** extraída do slide da aula do grupo 01.

No exemplo a seguir, o licenciando comenta a respeito das cargas de alguns íons metálicos apresentados no esquema, buscando ajudar os alunos na resolução do exercício proposto:

*[...] você precisa ver o número de elétrons aqui, o cobre é 2+ e a prata é +, é um elétron só aqui, então vocês têm que pensar nesse caso. (137)*

No exemplo a seguir, ainda relacionado à PC2, temos a microação em que o licenciando comenta que será realizado, ou seja, a simulação de uma pilha galvânica com os metais prata e chumbo:

*Chumbo! Então tá! Prata e chumbo. (308)*

No trecho, o licenciando comenta que vai inserir os metais chumbo e prata para serem testados no simulador, sugestão dada pelos alunos da turma.

Interpretamos essas microações relacionadas à PC2, uma vez que esta PC possibilita, por meio de esquemas e modelos, auxiliar no entendimento de

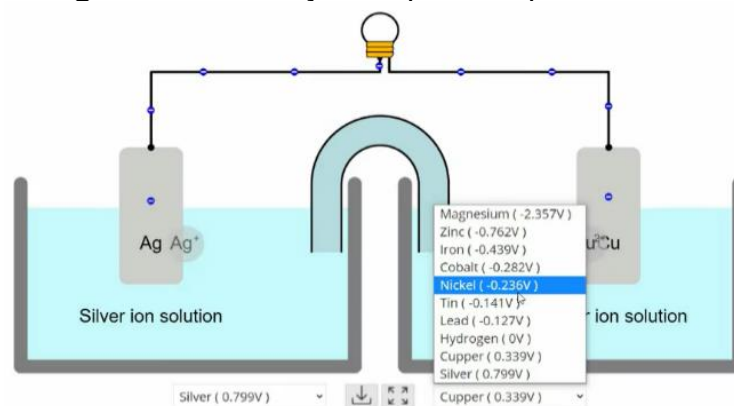
fenômenos científicos, neste caso, um esquema de uma pilha galvânica dos metais cobre e prata; e, no último trecho, acerca do uso da simulação da pilha com os metais prata e chumbo, mostrando o comportamento do fluxo de elétrons na cela galvânica ao se alterarem os metais.

A ação demonstrar corresponde aos momentos em que os licenciandos demonstram simulações de diferentes pilhas galvânicas, algumas opções de metais para o uso no simulador, a alteração do fluxo de elétrons durante a simulação mediante a mudança de metais nos eletrodos, e também o vídeo de um experimento contendo uma pilha de limão. Para esta ação, identificamos microações relacionadas à PC2 – Desenvolver e usar modelos – e à PC3 – Planejar e realizar investigações.

As microações relacionadas à PC2, aparecem quando os licenciandos demonstram o fluxo de elétrons a partir de um simulador e algumas opções de metais na composição das pilhas. No exemplo a seguir, a partir da simulação da pilha de cobre e prata, os licenciandos demonstram para os alunos o que ocorre com os elétrons quando se alteram os metais dos eletrodos da pilha. A seguir, o trecho transcrito e a (Figura 4) com a simulação mencionada:

*A prata é 0,7 [valor do potencial de redução] olhem só o que acontece com os elétrons. (248)*

**Figura 4** – Simulação da pilha de prata e cobre



**Fonte:** extraída de slide da aula do grupo 01

Evidenciamos indícios da PC2 nesta microação, uma vez que esta PC consiste em possibilitar uma maior compreensão dos fenômenos por meio de esquemas, modelos, figuras, analogias e simuladores. Neste caso, o simulador

possibilitou a visualização da diferença de velocidade na movimentação dos elétrons na pilha galvânica ao se substituir um dos metais que compõem a cela galvânica.

No próximo exemplo, o licenciando demonstra o que está acontecendo no simulador, em um outro exemplo de pilha galvânica composta pelos metais prata e níquel, uma vez que ao usar metais com potenciais diferentes, isso faz com que o fluxo de elétrons seja maior (passam mais elétrons por unidade de tempo), uma vez que há maior diferença de potencial entre o cátodo e o ânodo:

*Só que ela vai puxar a corda, ainda com mais força, não é? Olha só o que acontece: [demonstra a partir do simulador o fluxo de elétrons da pilha prata e níquel no simulador]. (257)*

Interpretamos esta microação relacionada à PC2, uma vez que a partir de situações demonstradas no simulador, o licenciando busca explorar o fenômeno em estudo. No trecho acima o licenciando demonstra, a partir do simulador, o funcionamento de uma pilha galvânica, ou seja, a diferença no fluxo de elétrons ao trocar o metal cobre pelo metal níquel, uma vez que o potencial de redução do níquel (- 0,2) é menor que potencial de redução do cobre (+ 0,34).

Nos trechos abaixo, o licenciando demonstra que no simulador não há a opção de colocar os metais ouro e o lítio:

*Esse aqui [simulador] não tem ouro. (298)*

*Não, o lítio a gente não tem aqui [simulador]. (305)*

Interpretamos que estas microações também estão relacionadas à PC2, uma vez que os licenciandos demonstram aos alunos, por meio do uso do simulador, que os metais que foram sugeridas (ouro e lítio) não estão disponíveis dentre as opções permitidas para a simulação.

Outra microação da ação demonstrar esteve relacionada à PC3 – Planejar e realizar investigações –, evidenciada quando os licenciandos demonstram aos alunos um vídeo de um experimento científico gravado por eles, ou seja, uma pilha de limão (Figura 5).

**Figura 5** – Experimento da pilha de limão com valor de ddp



Fonte: extraída de slide da aula do grupo 01

Ao demonstrarem o vídeo do experimento da pilha de limão, os licenciandos exibem os componentes da pilha, neste caso, os eletrodos que são constituídos por moedas e parafusos, além do potencial esperado para a pilha (entre 1,5 e 1,8 volts):

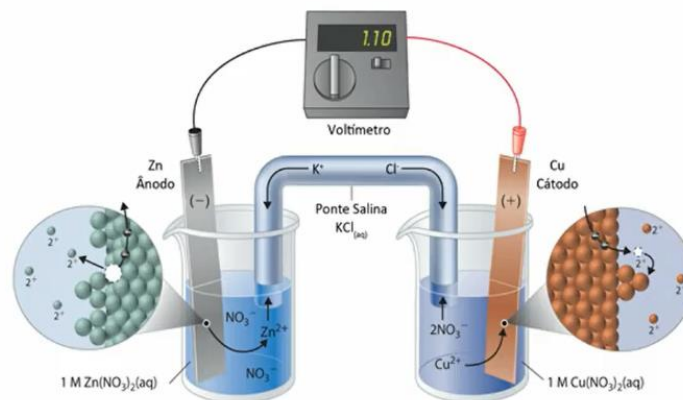
*Isso aqui é um experimento que a gente fez da pilha de limão: Então, para construir esta pilha [...] na qual duas pilhas são conectadas em um fio condutor externo de modo que estas pilhas estejam conectadas, circuitadas pelos polos diferentes, então a gente não pode estar conectando elas pelos dois pregos ou pelas duas moedas, então para avaliar a eficiência desta pilha, será feita a análise pelo multímetro, assim como foi feita para a pilha, então se a gente conectar estes dois polos na pilha de limão, a gente observa um potencial que varia um pouco, próximo de 1,5 a 1,8 volt [...]. (364)*

O trecho acima é uma pequena parte do vídeo que foi apresentado aos estudantes sobre a montagem de uma pilha de limão. Interpretamos esta microação relacionada à PC3, uma vez que esta PC consiste em planejar investigação e requer a percepção de padrões, causa e efeito, além de envolver uma atenta observação e tomada de decisão. Este vídeo foi elaborado pelos próprios licenciandos e gravado por eles, dias anteriores à aula. Eles planejaram um experimento que demonstrasse aos estudantes a construção de uma pilha com materiais de fácil acesso como limões, moedas, parafusos e fios de cobre, por exemplo. Na demonstração do vídeo, os licenciandos relacionam cada componente da pilha à sua respectiva função.

A ação descrever corresponde aos momentos em que os licenciandos descrevem situações relacionadas a pilhas galvânicas e ao processo de corrosão, mediante o uso de esquema e simulações. Identificamos que algumas microações da ação descrever estão relacionadas à PC2 – Desenvolver e usar modelos.

Evidenciamos aspectos da PC2 quando os licenciandos fazem uso de um modelo de uma cela galvânica e descrevem os componentes presentes no modelo da pilha, indicando os eletrodos, o cátodo, o ânodo, o sentido do fluxo de elétrons, as cargas e a ponte salina, além de descrever situações de desgaste e deposição dos metais, como no exemplo a seguir:

**Figura 6** – Esquema da pilha de Daniell



**Fonte:** Extraída do slide da aula 01

A seguir, o trecho transcrito:

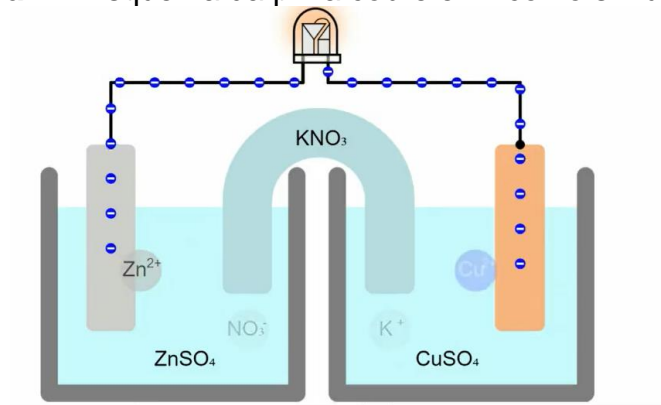
*Aqui [apontando para o modelo] são dois recipientes com um líquido dentro, cada um destes recipientes, então, vai conter um metal, uma placa em cada um destes recipientes, a gente observa que em cada um dos lados, vai ter uma placa prateada e o outro, uma placa mais dourada. Nestes dois recipientes, entre estes dois, temos aqui a ponte salina, porque e para o que serve, a gente vai ver depois. E por fora aqui a gente tem um equipamento, chamada voltímetro, e ele está marcando um número de 1,1. (47)*

Neste caso, os licenciandos, a partir do modelo (Figura 6), descrevem alguns aspectos constituintes de uma pilha galvânica. Interpretamos que esta microação está relacionada à PC2, uma vez que os simuladores e imagens podem ampliar a compreensão de aspectos microscópicos que muitas vezes são difíceis de serem entendidos, sem eles.

Em um outro exemplo da ação descrever, temos uma microação em que o licenciando descreve características presentes no simulador (Figura 7), buscando que os alunos identifiquem a ocorrência de reações de oxidação ou redução. A seguir, o esquema de uma pilha no simulador utilizada pelos licenciandos:



Figura 7 – Esquema da pilha cobre e zinco no simulador<sup>33</sup>



Fonte: extraída do slide da aula do grupo 01

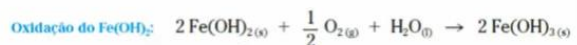
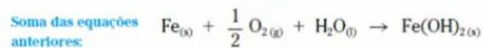
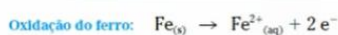
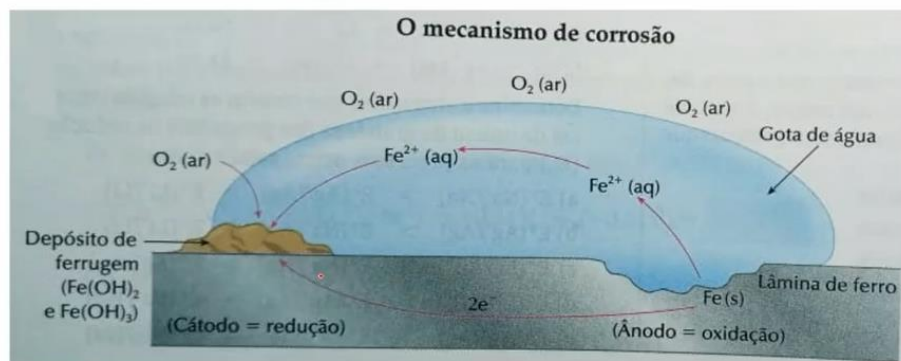
A seguir, o trecho transcrito:

[...] a gente vai ter aqui [aponta para a figura do simulador], este ânodo sendo oxidado, se ele está sendo oxidado, o zinco metálico, o zinco zero, ele está virando o zinco 2+, a gente observa aqui, por esta bolhinha, em que o zinco 2+ está saindo da plaquinha, parte metálica do zinco, e indo para a solução [observando o movimento pelo simulador] [...]. (83)

Ainda relacionado à PC2, temos uma outra microação da ação descrever, em que o licenciando descreve o modelo de corrosão do ferro a partir de uma gota de água (Figura 8), relacionando-o ao processo de corrosão do ferro, que também é um tipo de pilha galvânica.

Figura 8 – Mecanismo de corrosão do ferro a partir da gota de água

### Corrosão do ferro



Fonte: extraída de slide da aula do grupo 01

<sup>33</sup> Link do simulador utilizado na aula. Disponível em: [https://javalab.org/en/category/chemistry\\_en/electrochemistry\\_en/](https://javalab.org/en/category/chemistry_en/electrochemistry_en/)



A seguir, o trecho transcrito:

*Temos uma placa de ferro, aqui representada em cinza e sobre esta placa, a gente vai ter uma gota de água. É colocado uma gota de água sobre esta placa e deixa ela exposta ao ambiente, ao oxigênio do ar. À medida que o tempo passa, o que a gente observa, é que vai ter um desgaste nesta placa e em outra região, vai ter a formação de um depósito ali, e a partir destas características nós podemos relacionar esse processo como em uma pilha. (342)*

A ação escrever corresponde aos momentos em que os licenciandos escrevem a respeito de algumas semirreações, e também para auxiliar na explicitação do raciocínio matemático e na exploração de fórmulas. Para a ação escrever identificamos uma microação relacionada à PC5 – Utilizar matemática e o pensamento computacional –, quando os licenciandos, em um momento da aula, escrevem os dados que preenchem adequadamente a fórmula de ddp, utilizando-se para isso do raciocínio matemático para explicar a equação global para a pilha em questão (Figura 9).

**Figura 9** – Exercício de pilha prata/magnésio com escritas do licenciando



**Fonte:** extraída de slide da aula do grupo 01

A seguir, apresentamos um dos trechos transcritos:

*É o potencial do cátodo, a gente tem que sempre lembrar disso, tá? O potencial do cátodo, menos o potencial do ânodo [escrevendo no slide]. (286)*

Na imagem acima, o licenciando escreve no slide da aula no momento em que resolve o exercício, fazendo uso da fórmula da ddp. Interpretamos essa microação relacionada à PC5, uma vez que o licenciando escreve a fórmula para calcular a ddp e substitui as variáveis com os valores dos potenciais de redução dos metais constituintes da pilha. Isto mostra o reconhecimento das variáveis que compõem a expressão matemática, necessário para resolver o exercício proposto a fim de determinar o valor da voltagem da pilha.

A ação explicar corresponde aos momentos em que os licenciandos explicam o conteúdo de eletroquímica, utilizando-se para isso de analogias, de

simuladores e de esquemas. Nas aulas analisadas foram explicados conteúdos de voltagem, potencial de redução, ddp, oxidação, redução, ponte salina e efeitos da maresia. Vale ressaltar que em alguns momentos foram identificadas ações concomitantes, em que o licenciando além de explicar, grifava no slide ou apontava para as equações químicas envolvidas. Como a aula foi predominantemente expositiva-dialogada, a ação explicar apresentou grande incidência.

Analisando as microações da ação explicar, notamos que muitas delas estiveram relacionadas às Práticas Científicas: PC2, PC5, PC6, PC7 e PC8.

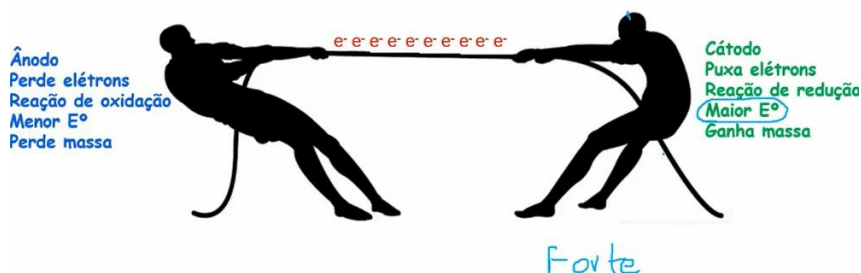
As microações da ação explicar, relacionadas à PC2 – Desenvolver e usar modelos –, foram aquelas explicações baseadas em esquemas, modelos, simulações, e também a partir do uso de analogias, ampliando a possibilidade de compreensão de determinado conceito. Neste caso em específico, por meio de uma analogia com o cabo de guerra (Figura 10), os licenciandos explicam a tendência dos metais em atrair elétrons, ou seja, quanto maior for o potencial de redução do metal, este irá puxar os elétrons para si com mais intensidade.

**Figura 10** – Analogia do cabo de guerra utilizada na aula

### O cabo de guerra

5 min

Imaginem duas pessoas em um cabo de guerra. Os dois tentam puxar a corda, mas a pessoa mais forte irá conseguir puxar mais, enquanto a outra irá cair, certo?



Fonte: extraída de slide da aula do grupo 01

Na sequência, temos a explicação do licenciando:

*Imagina que tem duas pessoas num cabo de guerra, os dois vão querer o quê? Tentar puxar a corda, certo? [...] essas pessoas elas representam as semirreações, ou os eletrodos, então as pessoas, elas representam os eletrodos, o cátodo e o ânodo, então, o ânodo vai ser a pessoa mais fraca, o que significa ela ser fraca? Significa, que ela não está conseguindo puxar a corda, a corda são os elétrons, então, pensa assim, oh: o cátodo é o mais forte, ele puxa a corda, a corda são os elétrons, então, a corrente está indo para a direção do cátodo, e como que eu sei quem é mais forte? Ou mais fraco? Pelo valor de potencial. (239)*

Ainda relacionado à PC2 foram evidenciadas microações, em outros momentos, quando os licenciandos explicam se haverá ou não corrente elétrica na simulação sugerida e também como seria a produção de uma bateria mais forte, com uma voltagem maior. No trecho abaixo, a partir do simulador, os licenciandos inicialmente questionam os alunos sobre utilizar o mesmo metal, nos eletrodos de cátodo e ânodo. Após os alunos responderem, um dos licenciandos explica as informações fornecidas:

*Não tem corrente, ninguém puxa nada [elétrons]. Então é zero volt isso aqui. (264)*

Evidenciamos que esta microação está relacionada à PC2, uma vez que esta PC consiste na identificação de padrões, por meio do uso de simuladores que facilitam a visualização de como os fenômenos ocorrem. No trecho acima, o licenciando explica que na situação em estudo não haveria formação de corrente, ou seja, a voltagem da pilha seria zero, pois não há diferença de potencial, uma vez que o ânodo e o cátodo são constituídos pelo mesmo metal.

Algumas microações da ação explicar também estiveram relacionadas à PC5 – Utilizar matemática e pensamento computacional –, momentos estes em que os licenciandos explicam as tendências de oxidação e de redução dos metais, mediante os valores da tabela de potenciais de redução, ou seja, quanto maior for a tendência da espécie química em oxidar, menor será a sua de reduzir. A seguir, apresentamos um dos trechos transcritos:

*Significa que, comparando os valores, o cobre tem um valor positivo de 0,34 enquanto o zinco tem um valor negativo de menos 0,76 de redução. Significa que o cobre está querendo reduzir, então a tendência positiva de reduzir, enquanto o zinco tem valor negativo. Logo, tem uma tendência negativa de reduzir. Assim, se tem uma tendência negativa de reduzir, ele vai preferir se oxidar. (216)*

Interpretamos esta microação relacionada à PC5, uma vez que esta PC consiste na análise de um conjunto de dados, suas relações e quantidades. No caso acima, o licenciando compara as grandezas dos números que correspondem aos valores de potenciais de redução, ou seja, se o valor é positivo para o cobre (+ 0,34) é um número maior que o valor negativo (- 0,76) para o zinco. Neste contexto, o cobre irá sofrer a redução por possuir um potencial de redução mais levado.

Em outra microação, também relacionada à PC5, os licenciandos explicam as semirreações que ocorrem no cátodo e ânodo, utilizando o conceito de multiplicação. A seguir, apresentamos um dos trechos transcritos:

*Não pode ter elétrons na equação global, então precisa multiplicar aqui, tudo por 2, e vai ficar dois, e dois, e aí é só a gente colocar todo mundo que está do lado esquerdo da seta, que é o cobre e as duas pratas, e a gente coloca a seta e coloca quem está do lado direito, os elétrons aqui cortaram com outro [reagente e produto], então o cobre 2+ mais a prata, então é isso. (171)*

No trecho acima, o licenciando explica, ao corrigir o exercício, que para fazer a equação global é preciso conferir a quantidade de elétrons de cada semirreação. Assim, como na reação de redução do cobre estão presentes dois elétrons, e na reação de redução da prata temos apenas um elétron, será necessário multiplicar por dois os coeficientes estequiométricos para cada componente contido na reação da prata, para que o número de elétrons cedidos por um metal seja o mesmo número de elétrons recebido por outro.

Também identificamos microações da ação explicar relacionadas à PC6 – Construir explicações –, em momentos da aula em que os licenciandos explicam situações do cotidiano relacionadas à ferrugem, ao significado de voltagem, à ddp e à força eletromotriz, a definição de ânodo e cátodo, as espécies químicas que compõem uma pilha, os conceitos de oxidação e redução, e o significado de cada uma das partes da representação da pilha.

No exemplo, os licenciandos explicam situações cotidianas relacionadas à corrosão, como a ferrugem que ocorre na esponja de aço, e expõem por que ela fica amarronzada com o passar do tempo:

*Então, o que o texto está falando aqui, é que a corrosão, acho que todo mundo já viu, alguma coisa, um portão, que está sofrendo algum tipo de corrosão, ou esponja de aço, quando ela fica mais amarronzada, com o passar do tempo e isso é o fenômeno de corrosão. Ele está acontecendo aí, o que a gente chama de ferrugem. (22)*

Neste caso, interpretamos como PC6 uma vez que esta PC corresponde a explicações dos fenômenos, em geral acompanhadas de evidências. Neste caso, o licenciando explica o processo químico que ocorre no portão, ou mesmo na esponja de aço utilizada para lavar louças, que fica amarronzada com o passar do

tempo, e por fim, explica que este processo corresponde a um processo de corrosão, também conhecido como ferrugem.

A seguir, apresentamos outros trechos que exemplificam a ação explicar:

*Então, como foi comentado, se nessa célula é uma representação referente a uma oxidação, a oxidação vai acontecer no ânodo da pilha, da mesma forma, do lado direito a gente tem uma representação de um par redox da reação de redução, que está acontecendo no cátodo da pilha. [...] essa barra simples aqui entre a espécie oxidada e reduzida, ela representa uma interface, o que seria uma interface? É uma separação entre as fases, por exemplo, sólido e gás, temos um sólido e acima deste sólido a gente tem um gás, esse contato entre o sólido e o gás, é uma interface. Da mesma forma, um sólido, e um líquido, como nós vimos nas pilhas. Vai ter aquele, a placa, de zinco, por exemplo, em contato com a solução, uma solução contendo aqueles íons de zinco  $2+$ , então, é neste sentido que nós vamos ter a interface. Temos estas duas espécies, a oxidada e a reduzida, em estados físicos diferentes. (90)*

*E aqui no meio, como vimos, é a ponte salina, a gente já viu o funcionamento dela, então ela é representada nesta notação por duas barras. Então, de modo geral, nós temos, do lado esquerdo, o par redox com as espécies reduzidas e oxidadas, que representam a reação de oxidação, as duas barras, que representam a ponte salina, e do lado direito a espécie oxidada e reduzida, para a reação de redução. Então, se vocês perceberem, a forma da representação escrita é a mesma daquele desenho que já observamos. (92)*

Interpretamos estas microações relacionadas à PC6, uma vez que esta PC consiste no uso de teorias científicas para a compreensão de fenômenos. Nos exemplos acima, o licenciando explica os significados contidos na representação de uma pilha quanto à oxidação (lado esquerdo na representação), a redução (lado direito na representação) e as interfaces representadas pelas barras. Por meio da compreensão adequada da representação da pilha, é possível elaborar relações com as pilhas mostradas por meio de esquemas e também por meio de reações químicas (reação global).

Em outros momentos da aula, as microações da ação explicar ocorreram concomitante a outras ações. Por exemplo, os licenciandos explicam e grifam, como apresentado na Figura 11. Esta microação esteve relacionada à PC6, uma vez que o foco maior esteve na explicação do conteúdo a respeito do fluxo de elétrons e a geração de corrente elétrica por meio das semirreações.

**Figura 11** – Semirreações do zinco e do cobre

**Fonte:** extraída do slide da aula do grupo 01

Neste caso, os licenciandos explicam o fluxo de elétrons, grifando e apontando para a carga do zinco, para as posições, antes (Zn) e após a oxidação (Zn<sup>2+</sup>), indicando qual será o ânodo, uma vez que o NOX aumenta e a espécie química perde elétrons. A seguir, o trecho transcrito:

*Então, essa reação aqui, ela vai acontecer no ânodo (o ânodo é um lugar) e essa aqui vai acontecer no cátodo, só que esses elétrons aqui [apontando com a caneta para os 2 elétrons da semirreação do zinco] não podem ficar soltos. (67)*

Em outro momento, os licenciandos explicam e concomitantemente apontam para as equações químicas, indicando os polos positivo e negativo, respectivamente o cátodo e o ânodo, e explicam a importância de existir a ponte salina. Segue exemplo de um trecho da aula:

*Conforme a pilha vai funcionando, você vai tendo muitos íons positivos aqui [apontando para o lado do eletrodo de zinco] formando o zinco 2+, então fica começando a ter muita carga positiva aqui, se formar muita carga positiva esses elétrons não vão subir, eles não vão conseguir subir, porque essas cargas positivas estão puxando ele para cá [seta para baixo], [...] para permanecer neutra, a gente coloca esta ponte salina [...]. (75)*

No trecho acima, interpretamos que o licenciando explica a importância da ponte salina e que ela contribui para o equilíbrio de cargas, possibilitando que a pilha continue ativa.

Por fim, temos mais uma microação da ação explicar relacionada à PC6, na qual os licenciandos utilizam a explicação para retomar o significado do conceito do potencial de redução e os conceitos de oxidação e de redução. A seguir, apresentamos dois trechos da aula:

*Então, para cada uma daquelas semirreações e que a gente viu na aula passada, de oxidação e redução, nós temos um valor característico de potencial, e esse valor é expresso em termos da tendência da reação de redução acontecer. (191)*

*Vamos lembrar, agora, algumas características das pilhas: a gente viu então que uma espécie oxida e uma espécie reduz, nessa reação, na formação de uma pilha. Vai ter aqui o que é chamado de uma reação redox, certo? Vimos que essa formação de uma pilha é combinada com uma semirreação de oxidação e uma semirreação de redução. (319)*

No primeiro trecho, o licenciando retoma a explicação a respeito do significado do valor encontrado na tabela de potencial de redução, que corresponde a uma certa tendência da reação de redução acontecer. No segundo trecho, o licenciando também explica, retomando o conceito de oxirredução na formação de uma pilha, em que ocorre simultaneamente o processo de oxidação e de redução, representados cada um por suas semirreações correspondentes.

Também evidenciamos microações da ação explicar relacionadas à PC7 – Argumentar a partir de evidências, quando os licenciandos expõem alguns argumentos a respeito do fenômeno de corrosão, por meio de evidências das regiões anódicas e catódicas; e também, a respeito da composição do ar atmosférico que influencia no processo de corrosão, pela presença do gás oxigênio. No exemplo a seguir, o licenciando explica que a região em que ocorre o acúmulo de massa (ferrugem), corresponde ao local em que o ferro metálico (que acabou de oxidar para  $\text{Fe}^{+3}$ ) recebe os elétrons para a ocorrência da reação e formação do hidróxido de ferro III, a partir do oxigênio do ar ( $\text{O}_{2(g)}$  que sofre redução para  $\text{OH}^{-}_{(aq)}$ ). Sendo assim, o oxigênio corresponde ao cátodo na reação, pois sofreu redução. A seguir, o trecho transcrito:

*É que na verdade o acúmulo é a consequência do processo da corrosão, e quem está recebendo os elétrons, nesse caso, é o oxigênio do ar. Então, o oxigênio vai ser o cátodo da reação. À medida que a reação acontece, esse oxigênio vai estar recebendo os elétrons e formando uma espécie, um íon em solução. Aqui em baixo a gente tem as reações deste processo. Primeiro, temos a oxidação do ferro, como o A1 comentou, e também, a corrosão do ferro, liberando os elétrons, e à medida que os elétrons são liberados, alguém tem que receber, e quem vai receber? É o oxigênio do ar. Então, na presença de oxigênio, ele vai estar recebendo esses elétrons, para formar aqueles íons  $\text{OH}^{-}$ , e uma vez que temos esses íons  $\text{OH}^{-}$  nesse meio, e o ferro  $2+$  gerado na reação de oxidação, esses dois eles podem se juntar, e formar esse depósito que você comentou. Então o depósito vai ser uma consequência, do processo de oxidação. É justamente esse depósito aqui que é a ferrugem que a observamos, com aquela coloração característica do ferro, quando oxida. Tudo bem? Alguma dúvida? (355)*

Interpretamos esta microação relacionada à PC7, uma vez que esta PC consiste na elaboração de argumentos com base em dados e evidências, corroborando a defesa de uma afirmação por meio do raciocínio. No exemplo anterior,

o licenciando elabora argumentos para explicar a respeito das regiões que sofrem oxidação e redução no processo de ferrugem (complementando a resposta dada pelos alunos). Mediante o esquema da corrosão em uma gota de água, ele explica que a região anódica corresponde ao local de corrosão, em que é formado  $\text{Fe}^{2+}$  em solução, e o oxigênio do ar recebe estes elétrons, formando o íon hidroxila  $\text{OH}^-$  que posteriormente reage com o ferro em solução, formando os acúmulos (de hidróxidos de ferro) com a coloração avermelhada característica do ferro “enferrujado”.

Também identificamos microação da ação explicar relacionadas à PC8 – Obter, avaliar e comunicar informação –, quando ao final da aula, durante a retomada da problematização, os licenciandos resgatam os conceitos estudados e a relação destes com o fenômeno da maresia. No exemplo abaixo, o licenciando explica que o fenômeno da maresia está relacionado à corrosão dos materiais metálicos, uma vez que a umidade do ar e a água salgada contribuem para a ocorrência da oxidação:

*Então, precisa haver a ponte [salina] para manter a reação ocorrendo, e como a água do mar está mais salgada então o sal da água faz esse papel de ponte salina. Como tem muito sal, ele consegue distribuir as cargas certinho, ali dentro daquela gota, onde que vai ocorrer a oxidação. Então o sal faz o papel de ponte. (388)*

Interpretamos esta microação relacionada à PC8, uma vez que esta PC consiste na comunicação das conclusões do fenômeno investigado a partir das evidências apresentadas e das informações discutidas ao longo da aula. Estas evidências foram obtidas por meio das informações apresentadas nos textos dos slides da aula, pelos esquemas, pelos simuladores e também pelo experimento, possibilitando a elaboração desta explicação que relaciona o conteúdo estudado e a problematização inicial.

A ação identificar corresponde aos momentos em que os licenciandos identificam alguns metais na tabela de potenciais de redução. As microações da ação identificar estão relacionadas à PC4 – Analisar e interpretar dados. Evidenciamos indícios dessa PC quando os licenciandos identificam quais metais apresentam determinados valores de potenciais de redução. A seguir, alguns exemplos:

*Olha quem é lá, é o lítio. (270)*

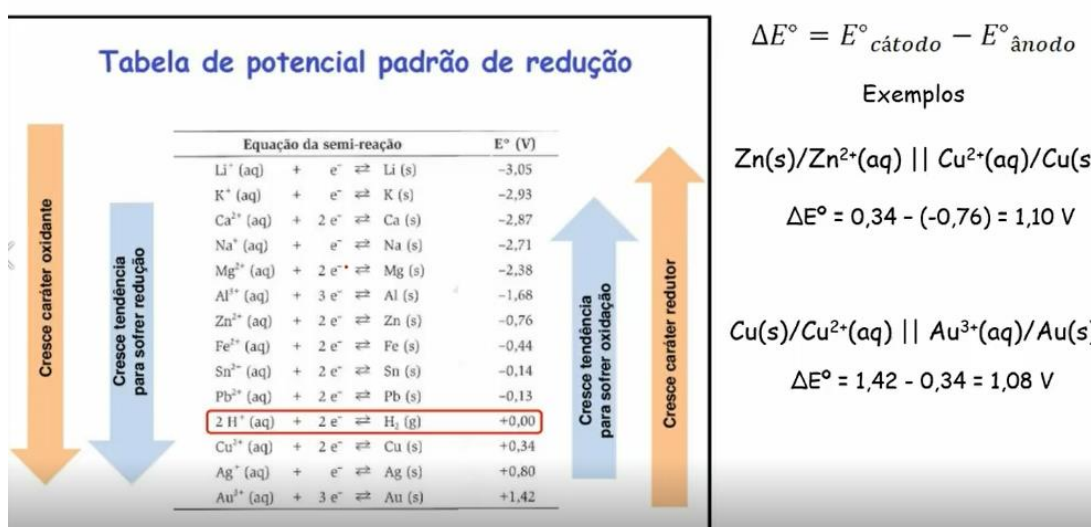
*[...] zinco é -0,76 e o cobre é 0,34. (369)*



Interpretamos estas microações como PC4, uma vez que esta PC consiste em reconhecer características dos dados expostos em tabelas e gráficos. Nos trechos acima o licenciando utiliza a tabela de potenciais de redução para extrair dados mediante as circunstâncias ocorridas na aula. No primeiro trecho, um dos estudantes questiona quais metais poderiam compor uma bateria mais forte, ou seja, que apresenta uma alta voltagem. O licenciando comenta que precisaria ser construída com metais que apresentam grande diferença de potencial, identificando o lítio como aquele que apresenta o menor potencial de redução exposto na tabela apresentada. No segundo trecho, diante de uma questão do experimento da pilha de limão, na qual buscava-se identificar o cátodo e o ânodo, o licenciando mostra a tabela com os valores dos potenciais de redução e identifica os potenciais do zinco (- 0,76) e do cobre (+ 0,34).

As microações da ação interpretar também estão relacionadas à PC4 – Analisar e interpretar dados. Esta PC consiste em analisar dados e identificar padrões, explorar relações a partir de dados contidos em tabelas, gráficos ou possibilitados pelas simulações. Os licenciandos, nas microações, interpretam os valores de potenciais da tabela de redução e o que ocorre na simulação, devido aos potenciais de redução. A seguir, na Figura 12, apresentamos a tabela utilizada pelos licenciandos e, na sequência, um dos trechos transcritos:

**Figura 12** – Tabela de potencial padrão de redução com a fórmula de ddp



Fonte: extraída de slide da aula do grupo 01

A seguir, apresentamos um dos trechos transcritos:

Quando estamos construindo este tipo de relação, nós precisamos consultar essas tabelas. Aqui a gente apresenta um exemplo de tabela que é a tabela padrão de reação de redução; novamente eu atendo que essas reações são referentes à reação de redução, então aqui a gente lista. Essas tabelas são compostas por diversas semirreações de vários elementos com valor de reação característico para cada um deles. Aqui, por exemplo, nós temos o ferro, que é Fe, que vai ter a semirreação de redução, e o potencial característico. A gente percebe que em todas as semirreações, o elétron se encontra antes da seta, junto com os reagentes, significando então que esta reação é de redução. (197)

No trecho acima os licenciandos interpretam algumas características e valores expressos na tabela de potenciais de redução. Para isso, interpretam alguns detalhes relacionados às espécies químicas envolvidas, suas cargas e o padrão identificado por meio da posição que se encontra nas semirreações. Por exemplo, todas as espécies metálicas à esquerda na tabela estão com carga positiva (exemplo do ferro,  $\text{Fe}^{+2}$ ), e depois da seta (que indica a formação de produto), as espécies estão sem carga (carga igual a zero, no exemplo do ferro, passa a ser Fe). Desta forma, o número de oxidação (NOX) dos elementos têm redução no seu valor, por isso, esta tabela é chamada de tabela de potenciais padrão de redução.

Também identificamos microações da ação interpretar relacionadas à PC4, em momentos em que os licenciandos interpretam a tabela de potenciais de redução (Figura 13) e também expõem que a ocorrência do valor negativo de ddp deve-se à ordem colocada no simulador.

**Figura 13** – Tabela de potencial padrão de redução

**Tabela de potencial padrão de redução**

Equação da semi-reação	$E^\circ$ (V)
$\text{Li}^+ (\text{aq}) + e^- \rightleftharpoons \text{Li} (\text{s})$	-3,05
$\text{K}^+ (\text{aq}) + e^- \rightleftharpoons \text{K} (\text{s})$	-2,93
$\text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Ca} (\text{s})$	-2,87
$\text{Na}^+ (\text{aq}) + e^- \rightleftharpoons \text{Na} (\text{s})$	-2,71
$\text{Mg}^{2+} (\text{aq}) + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Mg} (\text{s})$	-2,38
$\text{Al}^{3+} (\text{aq}) + 3 e^- \rightleftharpoons \text{Al} (\text{s})$	-1,68
$\text{Zn}^{2+} (\text{aq}) + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Zn} (\text{s})$	-0,76
$\text{Fe}^{2+} (\text{aq}) + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Fe} (\text{s})$	-0,44
$\text{Sn}^{2+} (\text{aq}) + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Sn} (\text{s})$	-0,14
$\text{Pb}^{2+} (\text{aq}) + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Pb} (\text{s})$	-0,13
$2 \text{H}^+ (\text{aq}) + 2 e^- \rightleftharpoons \text{H}_2 (\text{g})$	+0,00
$\text{Cu}^{2+} (\text{aq}) + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Cu} (\text{s})$	+0,34
$\text{Ag}^+ (\text{aq}) + e^- \rightleftharpoons \text{Ag} (\text{s})$	+0,80
$\text{Au}^{3+} (\text{aq}) + 3 e^- \rightleftharpoons \text{Au} (\text{s})$	+1,42

Diagrama de interpretação: À esquerda, uma seta laranja apontando para baixo indica "Cresce caráter oxidante" e uma seta azul apontando para cima indica "Cresce tendência para sofrer redução". À direita, uma seta azul apontando para cima indica "Cresce tendência para sofrer oxidação" e uma seta laranja apontando para cima indica "Cresce caráter redutor".

Fonte: extraída de slide da aula do grupo 01

Segue exemplo da explicação do licenciando:

*Consultando a tabela, a gente observa que temos potenciais positivos. Os potenciais positivos significam que a espécie tem uma tendência de sofrer redução maior do que uma espécie de valor menor. Deixe eu pegar aqui, por exemplo, do lítio, que ele vai ter o potencial de redução de menos 3,5. É o menor potencial que a gente tem nesta tabela. Isto significa o quê? Que a tendência desse lítio, do Li de ele reduzir, é muito baixa, é tão baixa que ele é negativo. Então, provavelmente em uma reação, onde se juntam duas semirreações para ter uma reação do cátodo e do ânodo, de redução e de oxidação, essa espécie aqui vai provavelmente se oxidar, porque a tendência dela de sofrer redução é muito baixa, é um valor negativo, certo? (200)*

Como no exemplo acima, os licenciandos explicam que o metal lítio apresenta o menor valor de potencial de redução (- 3,5 volts). Assim, ele apresenta uma maior tendência em oxidar em relação aos demais metais que apresentam números maiores que (- 3,5). Interpretamos esta microação relacionada à PC4, uma vez que esta PC consiste na análise de dados sistematicamente e para isso podem ser usadas tabelas e planilhas, mediante observação atenta, explorando relações para que sejam obtidas informações relevantes para a compreensão e previsão adequada de fenômenos.

A ação perguntar corresponde aos momentos em que os licenciandos utilizam-se de perguntas para identificar o que os alunos sabem a respeito dos conteúdos trabalhados a fim de orientar sua explicação; para ajudar os alunos a encontrarem valores na tabela de redução e para explorar alguns pontos específicos na compreensão dos esquemas, na simulação de pilhas e no experimento da pilha de limão. Todas as microações da ação perguntar estão relacionadas à PC1 – Fazer perguntas.

Nas aulas analisadas do grupo 01, os licenciandos utilizaram-se da PC1 para questionar os alunos durante boa parte da aula, com perguntas a respeito da ferrugem, do motivo da corrosão ocorrer mais facilmente em cidades litorâneas, da voltagem gerada em uma pilha, do significado da representação de uma pilha e da sua voltagem. Esta PC também foi utilizada para identificar as ideias prévias dos alunos a respeito do que eles compreendiam por oxidação e redução. Além disso, as perguntas foram utilizadas para explorar alguns pontos específicos abordados com o uso do simulador e no momento do vídeo do experimento. Na sequência, apresentamos alguns exemplos extraídos da aula:

*Esse fenômeno [corrosão] acontece de forma mais rápida em cidades que têm praia, interessante isso, né? Por que será? Por que vocês acham que isso acontece mais fácil em cidades costeiras, vocês têm alguma ideia? (25)*

*[...] de onde está vindo esta energia? E de onde está vindo esta corrente? Aqui, primeiramente, eu queria conversar com vocês sobre o que é oxidar e o que é reduzir, vocês já viram estes conceitos? (50)*

Nos trechos acima, os licenciandos utilizam-se de perguntas para explorar alguns aspectos durante a problematização inicial relacionada à maresia, a fim de identificar conhecimentos prévios dos alunos a respeito do tema. No segundo trecho as perguntas foram usadas para explorar como e por que as coisas acontecem, quanto aos conceitos de energia, corrente, e as reações de oxidação e redução.

Em outro exemplo, os licenciandos perguntam aos alunos se eles sabem algo a respeito do significado da representação de uma pilha (Figura 14).

**Figura 14** – Representação genérica de uma pilha galvânica



Fonte: extraída de slide da aula do grupo 01

A seguir, o trecho transcrito:

*[...] A gente tem uma notação específica para a célula [galvânica], a gente tem um jeito particular de escrever [...] Mas o que significa isso? (85)*

No trecho acima, por meio da representação de uma pilha galvânica, o licenciando realiza perguntas, buscando conhecer o que os alunos sabem a respeito para, assim, dar continuidade em sua explicação. Outros exemplos de questionamentos seguem descritos:

*[...] na aula anterior a gente viu que temos a reação de redução e de oxidação. Que tipo de informação o potencial de redução vai trazer para a gente? (192)*

*[...] a gente tem essa perda de massa do ferro, que região que é essa? o que podemos dizer que [sobre] esta região? (343).*

No primeiro exemplo, os licenciandos questionam os alunos a respeito dos potenciais padrão de redução de uma pilha galvânica. No segundo exemplo, os

licenciandos questionam o que seria a região onde está ocorrendo a perda de massa do metal investigado, de acordo com uma imagem apresentada.

Neste último exemplo de uma microação para a ação perguntar, os licenciandos retomam a questão inicial da oficina temática sobre a maresia. A seguir, apresentamos um trecho transcrito:

*Aqui, só voltando no primeiro slide, quando a gente começou a aula, porque em cidades litorâneas a corrosão, a formação de ferrugem, ela é mais acelerada? Vocês conseguem chegar em alguma resposta? (384)*

No trecho acima, o licenciando utiliza a pergunta para retomar a problematização a respeito da maresia, questionando o motivo pelo qual a formação da ferrugem é mais acelerada em cidades litorâneas.

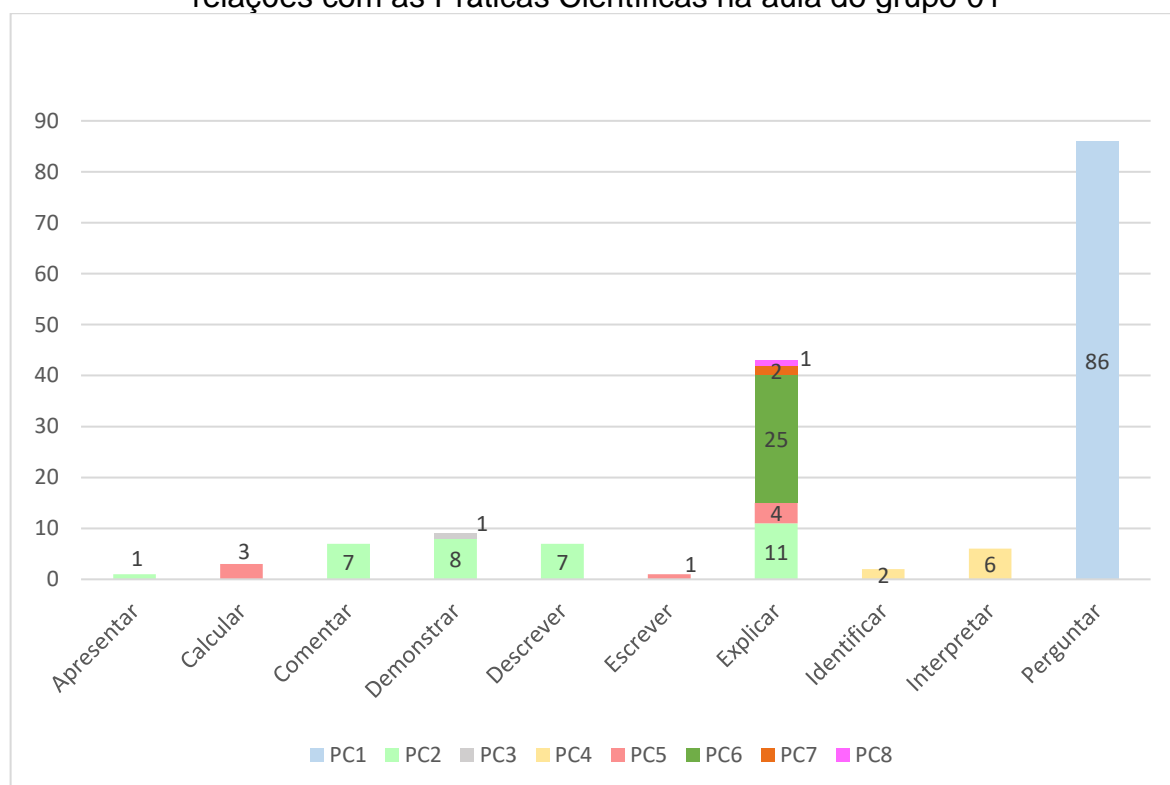
Interpretamos estas microações como relacionadas à PC1, uma vez que esta PC é compreendida pelo uso e elaboração de questões que servem tanto para nortear uma investigação, como para auxiliar a compreensão dos fenômenos ou modelos estudados. De uma forma geral, os licenciandos utilizaram-se de várias perguntas ao longo da aula a fim de interagir com os alunos, para identificar as ideias prévias, para direcionar as suas explicações, para explorar algumas informações trazidas durante a aula e aprofundar características de esquemas, das simulações e do vídeo do experimento.

Mediante as análises das aulas ministradas pelos integrantes do grupo 01, evidenciamos ações e microações relacionadas às oito Práticas Científicas: a PC1 – Fazer perguntas, a PC2 – Desenvolver e usar modelos, a PC3 – Planejar e realizar investigações, a PC4 – Analisar e interpretar dados, a PC5 – Utilizar matemática e o pensamento computacional, a PC6 – Construir explicações, PC7 – Argumentar a partir de evidências e a PC8 – Obter, avaliar e comunicar a informação. Os licenciandos, ao conduzirem a aula a respeito do conteúdo de eletroquímica, utilizaram-se das seguintes estratégias: questões para nortear as explicações (PC1); esquemas, modelos, analogias e simulações para conduzir a explicação e aprofundar a compreensão dos fenômenos estudados (PC2); planejaram e demonstraram um vídeo de um experimento científico que mostra o funcionamento de uma pilha de limão (PC3); analisaram e interpretaram dados contidos em tabelas de potenciais padrão de redução (PC4); exploraram o raciocínio matemático nos cálculos de ddp (PC5); em vários momentos da aula explicaram diversos conceitos de eletroquímica (PC6);

elaboraram argumentos baseados em evidências para auxiliar nas explicações das regiões anódicas e catódicas envolvidas no processo de corrosão (PC7); e, por fim, comunicaram aos estudantes as principais ideias científicas que contribuem para o entendimento do fenômeno investigado, neste caso, a maresia (PC8).

Considerando as ações e microações evidenciadas nas aulas do grupo 01, apresentamos, no Gráfico 1, a incidência das microações em cada uma das ações docentes e as relações com as Práticas Científicas.

**Gráfico 1** – Incidência das microações em cada uma das ações docentes e as relações com as Práticas Científicas na aula do grupo 01



**Fonte:** próprio autor

No Gráfico 1 é apresentada incidência de microações identificadas nas ações docentes realizadas pelos licenciandos do grupo 01, ao longo da execução das aulas. As diferentes cores expressas no gráfico estão relacionadas às PC. Vale lembrar que os licenciandos foram instruídos, ao longo da disciplina, pela professora-formadora e pelo pesquisador a incorporarem o maior número possível de Práticas Científicas em suas aulas.

As ações docentes mais incidentes ao longo das aulas do grupo 01 foram perguntar e explicar com 86 e 43 microações, respectivamente.

As perguntas nortearam as explicações dos licenciandos durante todas as aulas que versavam sobre as pilhas galvânicas, reações de oxidação e de redução, valores de ddp, o uso da tabela de potenciais padrão de redução, e na identificação de situações onde ocorriam processos de oxidação e de redução. Por meio de modelos, esquemas, vídeo de um experimento e simuladores, os licenciandos demonstravam os conceitos e explicavam o fenômeno da maresia.

Em relação às Práticas Científicas evidenciadas nas microações dos licenciandos, evidências da PC1 foram identificadas nas microações da ação perguntar, uma vez que os licenciandos, ao conduzirem a aula, utilizaram-se de perguntas para explorar aspectos do tema em estudo, dos modelos utilizados para a explicação da pilha galvânica e das reações químicas relacionadas. As perguntas também visavam a identificar conhecimentos prévios dos alunos e possíveis dúvidas quanto aos conteúdos explorados.

Evidências da PC2 foram identificadas nas microações das ações apresentar, comentar, demonstrar, descrever e explicar, uma vez que os licenciandos, por meio de modelos, representações, vídeos de experimentos e simuladores exploraram os conceitos sobre pilhas galvânicas, cálculos de ddp, buscando contribuir no entendimento dos fenômenos em estudo.

Evidências da PC3 foram identificadas nas microações da ação demonstrar quando os licenciandos exploram o vídeo experimental de uma pilha de limão, demonstrando os componentes de uma pilha eletrolítica.

Evidências da PC4 foram identificadas nas microações das ações identificar e interpretar quando os licenciandos identificam e interpretam os dados contidos na tabela de potenciais padrão de redução, contribuindo para a compreensão e previsão dos fenômenos em estudo.

Evidências da PC5 foram identificadas nas microações das ações calcular, escrever e explicar quando os licenciandos exploram o raciocínio matemático, como nos casos quando calculam o valor de ddp, escrevem e explicam como realizam os cálculos.

Evidências da PC6 foram identificadas nas microações das ações explicar quando os licenciandos explicam situações do cotidiano relacionadas à corrosão ou quando explicam os conceitos de oxidação e redução, os polos das pilhas, seus componentes, os conceitos de voltagem e ddp.

Evidências da PC7 foram identificadas nas microações da ação explicar quando os licenciandos trazem argumentos em suas explicações fundamentados em evidências que buscam apoiar uma afirmação, como no caso quando explicam a importância do oxigênio do ar no processo de óxido-redução envolvido na corrosão dos metais.

Evidências da PC8 foram identificadas nas microações da ação explicar quando os licenciandos buscam dar sentido às informações ou ideias apresentadas, expressando suas conclusões sobre os fenômenos em estudo, neste caso, o processo de corrosão relacionado à maresia.

O Quadro 18 apresenta uma caracterização das Práticas Científicas a partir das ações docentes identificadas nas aulas do grupo 01.

**Quadro 18** – Práticas Científicas e ações docentes identificadas nas aulas do grupo 01, e a descrição geral de sua ocorrência

PC	Ações	Descrição geral
PC1	Perguntar	Quando os licenciandos fazem perguntas sobre um evento científico, fenômeno ou modelo científico, mediante observação do que está sendo estudado.
PC2	Apresentar Comentar Demonstrar Descrever Explicar	Quando os licenciandos apresentam, comentam, demonstram, descrevem ou explicam um evento ou fenômeno científico, a partir de um modelo, uma analogia uma representação ou fazendo uso de simuladores.
PC3	Demonstrar	Quando os licenciandos demonstram ou conduzem um experimento ou uma investigação sistemática que requer o controle de variáveis dependentes e independentes, com a finalidade de investigar uma questão científica ou testar uma afirmação ou hipótese.
PC4	Identificar Interpretar	Quando os licenciandos identificam e interpretam informações expressas em textos, tabelas e gráficos.
PC5	Calcular Escrever Explicar	Quando os licenciandos utilizam do raciocínio matemático ou de relações quantitativas para efetuar cálculos e explicar os resultados de um determinado evento, observação ou fenômeno.
PC6	Explicar	Quando os licenciandos explicam um determinado evento, observação ou fenômeno aplicando teorias científicas que incorporam a compreensão atual da Ciência.
PC7	Explicar	Quando os licenciandos explicam um fenômeno, evento ou observação fundamentados em evidências para apoiar uma afirmação.
PC8	Explicar	Quando os licenciandos comunicam as informações ou os resultados da problemática em questão e dão sentido às ideias apresentadas, expressando suas conclusões e entendimentos científicos sobre o fenômeno em estudo.

Fonte: próprio autor



Ao analisarmos as gravações das aulas ministradas pelos licenciandos do grupo 01, buscamos caracterizar as PC por meio das descrições das ações e microações identificadas.

A seguir, apresentamos a descrição e a análise da regência das aulas do grupo 02.

### 3.2 REGÊNCIAS DO GRUPO 02 – ENERGIA DOS ALIMENTOS

As aulas analisadas do grupo 02 tiveram duração de duas horas/aula e foram realizadas por meio da Plataforma do *Google meet*, abordando o tema: energia dos alimentos. As aulas foram ministradas por 3 licenciandas em Química, sendo que uma delas estava cursando o Bacharelado em Química, concomitantemente, e as outras duas já o tinham concluído. Uma das licenciandas estava concluindo o mestrado no programa de Pós-Graduação em Química, e a outra concluindo o doutorado no mesmo programa, entretanto, não tinham experiência na docência.

As aulas foram realizadas em dois dias distintos. A primeira aula ocorreu em uma segunda-feira, e a segunda aula na quarta-feira seguinte, ambas no período matutino. A análise das aulas se deu de forma contínua, com duração total de 95 minutos, uma vez que correspondem a uma proposta de oficina temática. Os conteúdos trabalhados correspondem a tópicos de termoquímica, tais como: reações de combustão, energia dos alimentos, relações entre massa e energia e cálculos de caloria. A seguir, apresentamos o detalhamento das aulas.

#### 3.2.1 Detalhamento das aulas

Para cada uma das aulas, o trio de licenciandas fez uso de slides para apresentar os conteúdos de forma expositiva e dialogada. A oficina temática teve início com questões a respeito do termo caloria e também se os alunos se preocupam com a qualidade dos alimentos que consomem. Na sequência, foram explorados outros conteúdos, tais como: energia dos alimentos, cálculos de calorias, unidades de massa e energia e valores nutricionais dos alimentos.

As licenciandas fizeram uso de questões para conduzir as explicações e aplicaram questionários elaborados no *Google forms*, possibilitando a identificação

de alguns conhecimentos prévios dos alunos. Além da utilização de slides, também fizeram uso de um vídeo de um experimento realizado por elas em que detalhavam os materiais, os procedimentos e alguns dados como os valores de massa e temperatura, exemplificando a combustão de alguns alimentos.

No Quadro 19 é apresentado um resumo do encaminhamento metodológico adotado pelas licenciandas durante as aulas.

**Quadro 19** – Encaminhamento metodológico adotado pelas licenciandas para as aulas do grupo 02

<b>Objetivo geral:</b> Entender no âmbito prático o funcionamento da combustão e relacionar os cálculos de energia, aprendidos em sala de aula, experimentalmente.	
<b>Conteúdos:</b> Determinação da energia dos alimentos empregando variáveis experimentais: massa e temperatura. Relação da energia obtida em calorias com os valores nutricionais dos alimentos.	
<b>Recursos:</b> Slides, formulário do <i>Google forms</i> e imagens de um experimento.	
<b>Aulas</b>	<b>Encaminhamento metodológico</b>
Aula 01	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Questionar os alunos a respeito do termo caloria, buscando levantar o que sabem sobre o tema;</li> <li>- Solicitar que os alunos respondam a um questionário do <i>Google forms</i> sobre calorias;</li> <li>- Ler um texto com a problematização e questionar qual seria a escolha adequada de alimento: torrada ou amendoim?</li> <li>- Descrever um experimento que envolve a combustão de alimentos e o cálculo de suas calorias;</li> <li>- Explicar os cálculos necessários para a determinação do valor de caloria;</li> <li>- Solicitar aos alunos que façam anotações das observações do experimento;</li> <li>- Realizar os cálculos necessários de calorias para os alimentos investigados.</li> <li>- Responder a um questionário sobre o experimento, oralmente, e pelo <i>Google forms</i>.</li> </ul>
Aula 02	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esclarecer dúvidas dos alunos a respeito dos cálculos de calorias envolvidos no experimento;</li> <li>- Apresentar a tabela nutricional demonstrando os macronutrientes principais;</li> <li>- Explicar as estruturas dos macronutrientes (lipídio, carboidrato e proteína);</li> <li>- Relacionar as estruturas dos macronutrientes com a energia de combustão determinada durante os experimentos;</li> <li>- Responder aos questionários sobre a problematização relacionando o conteúdo estudado;</li> <li>- Discutir a respeito da energia dos alimentos e sua escolha diante de atividades cotidianas.</li> </ul>

**Fonte:** o próprio autor, fundamentado no plano e nas aulas das licenciandas.

De acordo com o Quadro 19, é possível perceber que as aulas foram conduzidas com o uso de recursos variados (problematização inicial, questionamentos, formulários no *Google forms*, textos, vídeo de um experimento e resolução de exercícios) de forma a possibilitar um maior envolvimento dos alunos. Esta foi uma escolha realizada pelo grupo, considerando também as sugestões da docente da disciplina e do pesquisador, uma vez que um dos objetivos era propor uma aula incorporando o maior número de Práticas Científicas estudadas, previamente, na

disciplina. Vale ressaltar que as aulas ocorreram de forma remota, por conta da pandemia do coronavírus.

A seguir, na próxima seção, serão apresentadas as ações docentes identificadas e as PC relacionadas a estas ações.

### 3.2.2 Ações docentes identificadas nas aulas ministradas pelo grupo 02 e as PC relacionadas

Após a transcrição da gravação das aulas, os vídeos foram novamente assistidos a fim de serem identificadas as ações e microações docentes executadas pelas licenciadas na condução das aulas.

Nas aulas do grupo 02 foram identificadas 20 ações docentes distintas realizadas pelas licenciadas ao longo das duas aulas, tais como: agradecer, almejar, analisar, apresentar, calcular, comentar, confirmar, conversar, cumprimentar, demonstrar, descrever, despedir, elogiar, explicar, identificar, ler, mostrar, pedir, perguntar e responder, aqui descritas em ordem alfabética e apresentadas nos Quadros 21 e 22. Os números entre parênteses correspondem às unidades de análise registradas a partir das gravações.

No Quadro 20 estão elencadas algumas ações e microações docentes, que mediante nossas análises, não apresentaram qualquer relação com as Práticas Científicas, tais como: agradecer, almejar, apresentar, comentar, confirmar, conversar, cumprimentar, despedir, elogiar, ler, mostrar, pedir, perguntar e responder.

#### **Quadro 20** – Exemplos de ações docentes e microações identificadas nas aulas do grupo 02 que não estão relacionadas com as PC

<b>Ações</b>	<b>Microações</b>
<b>Agradecer</b>	Agradece pela participação na aula (169, 396)
	Agradece o elogio do aluno (313, 315)
	Agradece pelas respostas dadas (39, 128, 398)
	Agradece ao P1 (401)
<b>Almejar</b>	Almeja que os alunos consigam fazer as contas e tenham discussões na aula (170, 171)
	Almeja que os alunos tenham gostado da aula (309)
<b>Apresentar</b>	Apresenta o tema da oficina temática (17)
<b>Comentar</b>	Comenta que vai colocar a apresentação [slide] (12)
	Comenta a resposta do aluno (30)
	Comenta que vai passar para a próxima atividade (32)
	Comenta que dará cinco minutos para responderem a atividade (35, 38, 40)
	Comenta que tem um questionário no <i>Google forms</i> para resolverem (33) (37)
	Comenta que não está vendo as respostas do formulário (60)
	Comenta que os alunos não estão acostumados com as fórmulas (62)

Comenta que deu tempo suficiente para responderem a atividade e que olhará as respostas. (63)
Comenta que não está ouvindo (65)
Comenta que lerá um texto (66)
Comenta que vai explicar experimentalmente sobre a caloria (79)
Comenta que a apresentação está travando (81, 83)
Comenta que vai desligar o vídeo para ver se melhora a apresentação (84, 90)
Comenta que vai passar o vídeo de um experimento sobre caloria de alimentos (106)
Comenta que precisam anotar os valores de temperatura observados no experimento (107)
Comenta que se não conseguirem copiar os valores de massa do experimento, ela pode colocar no <i>chat</i> (115, 116, 117)
Comenta que vai colocar os dados do experimento no <i>chat</i> e no slide (122)
Comenta que podem copiar os dados da tabela (123)
Comenta que deixará uns minutos para os alunos fazerem os cálculos envolvidos no experimento (121, 129)
Comenta que vai colocar no <i>chat</i> a fórmula de caloria ( $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ ) (132)
Comenta que precisam ficar atentos às unidades de medidas utilizadas (134)
Comenta que dará mais um tempo para fazerem os cálculos (145)
Comenta que vai falar o resultado do pão torrado, com a sua equação (151)
Comenta que vai ler as repostas enviadas pelo formulário para discutir depois (172, 181)
Comenta os valores encontrados nos cálculos de calorias (193, 195, 198)
Comenta que tem um outro formulário, uma segunda atividade para responderem (204)
Comenta que não sabe se a atividade já está liberada pelo professor (206)
Comenta que vai abrir a atividade e ver como os alunos estão fazendo (209)
Comenta que depois da atividade haverá uma discussão (210)
Comenta que está boa a atividade liberada pelo P1 (214)
Comenta que a explicação pode ser uma resposta curta (221, 222)
Comenta que na segunda questão do formulário há uma tabela nutricional dos alimentos (233)
Comenta que há um problema para os alunos resolverem (239)
Comenta que vai falar sobre a estrutura dos macronutrientes (245)
Comenta que está certa a resposta do aluno e passará o slide (251)
Comenta que tem outro formulário para resolverem (276)
Comenta que podem discutir as respostas e entregar o formulário depois (278)
Comenta que o formulário valerá nota (279)
Comenta que podem discutir as questões e o experimento (280, 282, 284)
Comenta que alguns alimentos têm altos valores energéticos (293, 295, 301)
Comenta que discutiu algumas coisas e a aula está concluindo (307)
Comenta que precisam responder com mais detalhes, a partir da discussão (308)
Comenta que acabou a apresentação antes do esperado (310)
Comenta que podem perguntar caso tenham dúvidas (317, 319)
Comenta que ninguém respondeu às questões da atividade 2 (320)
Comenta que já estava no laboratório e isso facilitou fazer o experimento (338)
Comenta que depois eles irão aprender melhor as representações de substâncias químicas (350)
Comenta que vão lembrar da aula quando forem estudar termoquímica (353)
Comenta que nas respostas podem ficar livres para elaborarem sua explicação (356)
Comenta que não estão respondendo ao formulário (358)
Comenta as limitações do experimento (361)
Comenta que o sinal da internet não está bom (362, 363)
Comenta que podem responder depois a atividade (364)
Comenta que vai olhar as respostas no chat (365)

	Comenta que estão boas as atividades respondidas (366)
	Comenta que falta bastante gente para responder o formulário (367)
	Comenta que na atividade há uma questão sobre laticínios, similar ao já feito na aula (370)
	Comenta que poderia terminar mais cedo a aula (372)
	Comenta que estão terminando as atividades (387)
	Comenta que no formulário há variadas respostas (388)
	Comenta que vão ter nota extra pela atividade realizada (390)
<b>Confirmar</b>	Confirma a resposta do(s) aluno(s) (20, 111, 159, 183, 188, 225, 231, 256, 265, 299, 379, 383)
	Confirma que está ouvindo (68, 275)
	Confirma que pode falar de um dos alimentos (150)
	Confirma que pode liberar a atividade no formulário (208)
	Confirma que está 'ok' (217)
	Confirma a fala de outra licencianda (102, 194, 288, 324, 337, 355, 389)
<b>Conversar</b>	Conversa com outra licencianda sobre a continuidade da explicação (87)
	Conversa com outra licencianda sobre problemas na apresentação ou no áudio (234, 273)
	Conversa com outra licencianda sobre o que falar na aula (240, 241, 247, 272)
	Conversa com outra licencianda sobre problemas na internet (305, 306)
<b>Cumprimentar</b>	Cumprimenta os alunos (16, 177)
<b>Despedir</b>	Despede-se dos alunos (174)
	Despede-se de todos (394, 403)
<b>Elogiar</b>	Elogia a resposta do(s) aluno(s) (158, 199, 200, 226, 257, 316)
<b>Ler</b>	Lê no chat a resposta do(s) aluno(s) (255, 263, 298, 327)
<b>Mostrar</b>	Mostra a fórmula de caloria para os alunos [ $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ ] (137)
	Mostra os valores dos resultados de caloria para cada alimento apresentado na tabela (182)
<b>Pedir</b>	Pede para passar para o próximo slide (25, 64, 93, 252)
	Pede para continuar a explicação na apresentação. (89)
	Pede desculpas por errar em uma das suas falas (98)
	Pede para esperar um pouco (114)
	Pede para anotarem os dados para o alimento amendoim [slide] (192)
	Pede para o professor liberar o formulário (205, 277)
	Pede para o P1 falar (322)
<b>Perguntar</b>	Pergunta se estão conseguindo ver o slide (13)
	Pergunta se pode dar apenas cinco minutos para responderem ao questionário (34)
	Pergunta se estão conseguindo acessar o <i>Google forms</i> (52)
	Pergunta se já terminaram de responder ao questionário (59)
	Pergunta se estão vendo ou ouvindo durante a apresentação (67, 85, 109, 274)
	Pergunta se querem anotar valores do experimento (124)
	Pergunta quando termina a aula (124, 126)
	Pergunta se já terminaram a atividade (146)
	Pergunta se ainda há tempo de aula (162)
	Pergunta se alguém teve dificuldades ou não entendeu (20, 318)
	Pergunta se foi tranquilo o cálculo (203)
	Pergunta para o professor regente se já postou o formulário (212)
	Pergunta se estão fazendo a atividade (339)
<b>Responder</b>	Responde ao agradecimento do aluno (139)
	Responde que entendeu a resposta do aluno. (78)
	Responde que acha melhor desligar o vídeo (86)
	Responde que faltam 25 minutos para a aula acabar (125)

Fonte: próprio autor

A seguir, para cada uma das ações listadas no Quadro 21 serão apresentados alguns trechos da transcrição, bem como algumas interpretações das microações.

A ação agradecer corresponde aos momentos em que as licenciandas agradecem ao professor regente, e também aos alunos pela participação e atenção na aula realizada, como no exemplo a seguir:

*A gente que agradece pela atenção, por colaborarem com a gente. (396)*

A ação almejar corresponde aos momentos em que as licenciandas almejam que os alunos consigam realizar as contas de calorías, que tenham discussões e gostem da aula, como no exemplo a seguir:

*Espero que vocês façam as continhas para que gente possa discutir na aula que vem. (170)*

A ação apresentar corresponde ao momento em que as licenciandas se apresentam à turma, e também apresentam o tema da oficina temática, como no exemplo a seguir:

*Sou a L1, aqui é a L2 também! Ela participou de uma aula com vocês na semana passada, né! E a L3 também. A gente vai apresentar uma oficina para vocês, é da química, né! O título da oficina é: Energia dos alimentos [...]. (17)*

A ação comentar corresponde aos momentos em que as licenciandas comentam os aspectos diversos relacionados à dinâmica escolhida para a aula, em relação às respostas dos alunos, quanto ao tempo para realizarem algumas atividades propostas ou outras situações de condução da aula. Seguem alguns exemplos relacionados a esta ação:

*Então, vamos passar para a próxima atividade. (32)*

*E vocês vão anotando os valores das temperaturas que a gente for mostrando [vídeo do experimento], tá? (107)*

*A gente pode ir discutindo também, que a gente tem um tempo. Essas do formulário aí vocês podem responder depois, né. Vai valer uma notinha, né! (278)*

A ação confirmar corresponde aos momentos em que as licenciandas confirmam a fala de outra licencianda, ou do professor regente (P1), ou mesmo a resposta dos alunos diante das explicações ou dos exercícios propostos, conforme apresentado nos exemplos a seguir:

*Sim. (20)*

*Isso mesmo! (102)*

A ação conversar corresponde aos momentos em que as licenciandas conversam entre si para resolver algum detalhe acerca da continuidade da explicação ou em relação a algum problema técnico relacionado à conexão com a *internet*.

*Se continuar travando vocês me avisam. (87)*

A ação cumprimentar corresponde aos momentos em que as licenciandas cumprimentam os alunos no início de cada uma das aulas da oficina temática. A seguir, apresentamos um dos trechos transcritos:

*Bom, então primeiro, bom dia gente! (16)*

A ação despedir corresponde aos momentos em que as licenciandas despedem-se dos alunos no final de cada uma das aulas:

*Então até a próxima aula, gente! (174)*

A ação elogiar corresponde aos momentos em que as licenciandas elogiam as respostas dadas pelos alunos durante a aula:

*Muito bem!! Parabéns gente! (199)*

*Parabéns! (200)*

A ação ler corresponde aos momentos em que as licenciandas leem no *chat* alguma resposta dos alunos. No exemplo a seguir, as licenciandas leem no chat a palavra *torrada*, que corresponde à resposta dada pelos alunos para o alimento menos calórico, entre as opções dadas:

*A torrada! (255)*

A ação mostrar corresponde aos momentos em que as licenciandas mostram a fórmula e alguns resultados encontrados sobre caloria para os alunos. No exemplo a seguir, as licenciandas mostram a fórmula para o cálculo de caloria:

*Vou deixar aqui para eles verem [fórmula  $Q_{(cal)} = m.c.\Delta T$ ]. (137)*

A ação pedir corresponde aos momentos em que uma das licenciandas pede para as outras passarem para o próximo *slide*, para esperarem durante a apresentação, ou mesmo pede para o professor regente liberar os formulários no *Google Classroom*:

*Passa mais um [slide]. (25)*

*Coloca agora do amendoim [resultado]. (192)*

*Você pode liberar agora P1. (277)*

A ação perguntar corresponde aos momentos em que as licenciandas fazem perguntas gerais relacionadas ao andamento da aula. Por exemplo, perguntam se estão conseguindo ver os slides, ouvir bem, responder ao questionário, ou, se há dúvidas:

*Alguém já terminou de responder? (59)*

*Gente, não é apressar, mas vocês não terminaram ainda, né? Pessoal? (146)*

*Vocês estão me ouvindo? (67)*

*Estão fazendo? Alguma dúvida? (339)*

A ação responder corresponde aos momentos em que as licenciandas respondem a alguma pergunta feita, principalmente em relação ao andamento da aula. No trecho abaixo, uma das licenciandas pergunta durante sua apresentação quanto tempo falta para acabar a aula, e a outra licencianda responde que faltam 25 minutos:

*Uns 25 minutos. (125)*



Como mencionado, muitas das ações acima relatadas, tais como agradecer, comentar, confirmar, conversar, cumprimentar, despedir, elogiar, ler e pedir forma identificadas em outros estudos (Bortoloci, 2021; Borges, 2020; Assai, 2019; Santos, 2019; Piratelo, 2018; Dias, 2018).

Para as catorze ações docentes que foram apresentadas e descritas, não foram identificadas em suas microações aspectos que as aproximam das PC. As microações destas ações estiveram mais relacionadas aos aspectos ligados à gestão da sala aula por meio da relação pessoal entre as licenciandas e os alunos, do cumprimento, da despedida, dos elogios, dos avisos e de comentários gerais que ocorreram em situações distintas em sala de aula. O fato de a aula ter acontecido no formato remoto pode ter potencializado a incidência de algumas microações, ou seja, na conversa entre as licenciandas, nos avisos e comentários motivados sobre as falhas no vídeo e no áudio da apresentação.

No Quadro 21 apresentamos as ações executadas pelas licenciandas e suas respectivas microações que guardam relação com as Práticas Científicas. As ações docentes encontram-se em ordem alfabética. Os números entre parênteses correspondem às unidades de análise registradas nas gravações contidas nas transcrições. Na terceira coluna temos as Práticas Científicas identificadas.

**Quadro 21** – Ações docentes e microações identificadas nas aulas do grupo 02, bem como as PC relacionadas

<b>Ações</b>	<b>Microações</b>	<b>PC</b>
<b>Analisar</b>	Analisa os valores de calorias da tabela de dados do experimento com os valores expressos nos rótulos dos alimentos (236)	PC4
	Analisa os resultados do experimento (359)	PC4
	Analisa que o amendoim é o alimento mais calórico, por meio dos dados experimentais e da análise da tabela nutricional (244)	PC4
<b>Calcular</b>	Calcula a massa de água contida no tubo de ensaio (118)	PC5
	Calcula o valor das calorias do pão torrado, encontrando o valor de 15,7668 cal. (155, 189, 190)	PC5
<b>Comentar</b>	Comenta para anotarem os valores da temperatura inicial e final da água, observados durante o experimento (108)	PC3
	Comenta sobre a massa que deve ser usada na fórmula de caloria (136)	PC5
	Comenta os valores de energia dos alimentos que foram determinados e que precisam fazer os cálculos para 100g de cada alimento (163)	PC5
	Comenta os materiais e reagentes utilizados na realização do experimento (328, 329, 330, 332, 334)	PC3
	Comenta sobre o tempo de execução do experimento (336)	PC3
	Comenta sobre as limitações do experimento (360)	PC3
<b>Demonstrar</b>	Demonstra os materiais usados no experimento (112)	PC3

	Demonstra a estrutura molecular dos três macronutrientes (246)	PC2
<b>Descrever</b>	Descreve o experimento de combustão dos alimentos e o calor energético (80)	PC3
	Descreve que a queima do alimento ocorreu com o bico de Bunsen (82)	PC3
	Descreve algumas partes do calorímetro feito a partir de uma caixa de leite (91)	PC3
	Descreve a pesagem do tubo de ensaio e da água no experimento (113)	PC3
	Descreve os materiais e reagentes utilizados no experimento (119)	PC3
<b>Explicar</b>	Explica que o experimento está baseado na combustão do alimento e que energia liberada na queima é transferida para a água, alterando a temperatura (92)	PC3
	Explica como calcular a energia envolvida em 100g de cada alimento, usando regra de três simples (167)	PC5
	Explica o motivo pelo qual é utilizada a massa de água e não do alimento na fórmula de caloria (99, 100)	PC6
	Explica o calor específico da água (101)	PC6
	Explica como foi realizado o experimento (120)	PC3
	Explica a fórmula de caloria ( $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ ), substituindo as variáveis da fórmula com os dados do experimento (94, 133, 154)	PC5
	Explica a relação de caloria e quilocaloria encontrada nos rótulos dos alimentos (191)	PC5
	Explica o motivo de o amendoim ter sido o segundo alimento mais calórico (232)	PC6
	Explica que no exercício é para escrever os macronutrientes, que são os carboidratos, proteínas e lipídios (243)	PC6
	Explica a diferença dos resultados obtidos experimentalmente daquele encontrado no rótulo dos alimentos (237, 238)	PC3
	Explica, a partir das estruturas moleculares, as diferenças entre os macronutrientes (248, 343, 347, 348)	PC2
	Explica o consumo de elementos mais calóricos, quando é necessário mais energia ou quando ficamos sem nos alimentar por mais tempo. [exemplo dado na problematização] (260)	PC8
	Explica por que há diferentes tipos de leite [desnatado, semidesnatado e integral] (271)	PC6
	Explica qual alimento possui mais energia e o valor energético (287)	PC6
	Explica durante a discussão final que é consumido bastante carboidrato e lipídios, e as proteínas são macronutrientes que liberam bastante energia, sendo a mais saudável (290)	PC8
	Explica a composição do <i>fast food</i> (300, 302)	PC6
	Explica algumas respostas do formulário que correspondem aos micronutrientes como o ferro e vitaminas (303)	PC6
	Explica as diferentes porcentagens de gordura nos três tipos de leite vendidos comercialmente (376)	PC5
Explica que existem outros alimentos vegetais que podem suprir a necessidade de cálcio, além do leite (385)	PC6	
<b>Identificar</b>	Identifica o alimento mais ou menos calórico, mediante tabela dos dados. (227, 289)	PC4
	Identifica o leite menos ou mais calórico (264, 268, 270)	PC4
<b>Perguntar</b>	Pergunta o que são calorias (18)	PC1
	Pergunta o porquê de o excesso de ingestão de calorias contribuir para que a pessoa engorde (21)	PC1
	Pergunta se antes de comerem, se preocupam com os alimentos que ingerem (26)	PC1

Pergunta se comem batata frita ou lanches (31)	PC1
Pergunta qual seria a melhor opção para José comprar como aperitivo: amendoim ou torradas [texto da problematização] (70, 71)	PC1
Pergunta o que os alunos escolheriam para aperitivo, de acordo com a problematização (72)	PC1
Pergunta o porquê da escolha da torrada (74)	PC1
Pergunta se seria menos calórico comer a torrada ou o amendoim (76)	PC1
Pergunta se os alunos conhecem as variáveis da fórmula usada para calcular as calorias dos alimentos (95, 96)	PC1
Pergunta se entenderam a explicação do experimento (103)	PC1
Pergunta se os alunos sabem a fórmula para calcular as calorias dos alimentos (130)	PC1
Pergunta se estão conseguindo fazer os cálculos (140, 142, 147, 148, 152, 156, 160)	PC1
Pergunta se sabem como é possível calcular a caloria para 100 g de cada alimento (164)	PC1
Pergunta se utilizam regra de três simples para fazer os cálculos (165)	PC1
Pergunta se conseguiram realizar os cálculos para 100 gramas de alimentos (178, 184, 185, 186, 196, 197)	PC1
Pergunta qual dos alimentos forneceu maior energia durante a combustão (218, 219, 220, 223)	PC1
Pergunta por que o óleo é o alimento mais calórico (228, 229)	PC1
Pergunta sobre a diferença dos valores encontrados experimentalmente e aqueles apresentados nos rótulos dos alimentos (235)	PC1
Pergunta se entenderam a relação entre quantidade de ligações das moléculas e energia dos macronutrientes (249)	PC1
Pergunta qual seria a resposta para a questão da problematização (253)	PC1
Pergunta se entenderam de onde calculamos as calorias dos alimentos (258)	PC1
Pergunta qual dos tipos de leite (desnatado, semidesnatado e integral) é o mais e menos calórico (261, 266, 269)	PC1
Pergunta a respeito da relação entre o calor de combustão, energia dos alimentos e caloria (283)	PC1
Pergunta qual alimento forneceria mais energia por grama e os seus nutrientes (285, 286)	PC1
Pergunta se tem algum alimento que os estudantes comem no dia a dia que é bastante calórico (291)	PC1
Pergunta se sabem o macronutriente do arroz (296)	PC1
Pergunta se têm dúvidas sobre a combustão ou algo relacionado ao experimento (311, 340, 342, 345, 374)	PC1
Pergunta se estão conseguindo resolver a atividade final (368)	PC1
Pergunta quais dos tipos de leite eles tomam (377)	PC1
Pergunta se seria bom uma pessoa que não tem problemas tomar leite desnatado (380)	PC1
Pergunta se eles consomem margarina (386)	PC1
Pergunta se gostaram de estudar a química dos alimentos (391)	PC1

Fonte: próprio autor

Na sequência, discutimos as ações e microações docentes identificadas nas aulas analisadas que estão relacionadas com as Práticas Científicas,

sendo elas: analisar, calcular, comentar, demonstrar, descrever, explicar, identificar e perguntar.

A ação analisar corresponde aos momentos que as licenciandas analisam os dados obtidos a partir do experimento ou as informações contidas nos rótulos dos alimentos investigados. Identificamos microações da ação analisar relacionadas à PC4 – Analisar e interpretar dados, como no exemplo a seguir:

*[...] se vocês pararem para perceber, na tabela do experimento que a gente realizou, olha o pão torrado, a gente determinou, 1,118 kcal, se vocês olharem na tabela, do exercício, [...] uma fatia é equivalente, tem menos de 100g, tem o que, 70 kcal, muito mais do que a gente determinou. (236)*

Indícios da PC4 aparecem quando as licenciandas analisam os dados obtidos experimentalmente e os comparam com os dados contidos em uma tabela nutricional. Interpretamos essa microação relacionada à PC4, uma vez que esta PC consiste na análise e interpretação de dados, reconhecendo conflitos que possam existir entre os dados experimentais e os valores teóricos. Este conflito foi percebido mediante a comparação entre as duas fontes de informações, os rótulos dos alimentos e a tabela com os dados obtidos experimentalmente, buscando analisar e interpretar as informações.

A ação calcular corresponde aos momentos em que as licenciandas empregam algumas operações para calcular a variação de temperatura e encontrar o valor de caloria dos alimentos investigados. Identificamos microações da ação calcular relacionadas à PC5 – Utilizar matemática e o pensamento computacional, quando as licenciandas calculam a massa de água contida no tubo de ensaio do experimento, o valor de calorias do pão torrado, e a caloria para as 100g de pão torrado:

*E a gente vai fazer, vai multiplicar, o 5,256, vezes 1 e vezes 3, então lembram do eu falei, né pessoal, para prestar atenção nas unidades de medidas. Às vezes é meio assim, ah ainda que é uma continha meio básica, mas e se precisar de uma conta um pouco maior, né? Então a gente precisa retirar todos os valores e as unidades de mediadas, para sobrar a unidade de medida final. Então a gente corta os gramas de água aqui e gramas de água no calor específico, graus Celsius e graus Celsius no calor específico, né? E o resultado vai ser o quê? Qual é o resultado de 5,2556, vezes 1 vezes 3? A gente deu 15,7668 cal. (155)*

No trecho acima, a licencianda calcula o valor de calorias para o pão torrado, chegando ao valor de 15,76 calorias. Para tal, menciona a importância de extrair os valores corretos e utilizar as unidades adequadas.

A ação comentar corresponde aos momentos em que as licenciandas comentam alguns aspectos relacionados ao experimento proposto, como a forma de coleta de dados, dos materiais utilizados e as possíveis limitações do experimento, uma vez que foram utilizados materiais de baixo custo. Ou ainda, quando comentam sobre as variáveis da fórmula usada para o cálculo das calorias ou os valores de energia dos alimentos que foram determinados experimentalmente. Dessa forma, identificamos microações da ação comentar relacionadas à PC3 – Planejar e realizar investigações e à PC5 – Utilizar matemática e o pensamento computacional, como apresentado nos exemplos a seguir:

*Para vocês irem anotando. Se não foi copiada a tabela, não tem problema. Eu vou falando, a temperatura inicial da água, a temperatura final após a queima da torrada, tá? Então é só ir colocando, por exemplo temperatura final da torrada, daí coloca o valor lá, e não tem problema algum, tá? Vou passar o vídeo agora. (108)*

*Às vezes dá para fazer né, não é, talvez seja um pouco mais difícil, um tempo um pouco maior, mas daria sim. Acho que assim o mais diferente seria o tubinho de ensaio, teria que adaptar com alguma outra coisa. (332)*

No primeiro trecho as licenciandas comentam que é importante os alunos anotarem os valores de temperatura inicial e final da água observados, conforme ela vai passando o vídeo do experimento. No segundo trecho, comentam que seria possível improvisar alguns materiais usados para a realização do experimento, se quisessem reproduzir em casa, que precisariam adaptar alguns materiais.

Interpretamos essas microações relacionadas à PC3, uma vez que esta PC consiste na compreensão de uma sistemática investigativa que requer o conhecimento de materiais, reagentes e procedimentos para a realização de uma investigação científica, a partir do controle de variáveis dependentes e independentes.

Indícios da PC5 aparecem quando as licenciandas comentam sobre os valores de energia para 100g de cada alimento:

*Então pessoal nós vamos deixar vocês calcularem [as calorias] do amendoim e do óleo, para a aula que vem, só que a vamos pedir mais uma coisinha para vocês. Vocês perceberam que a gente determinou o valor né, o valor de*

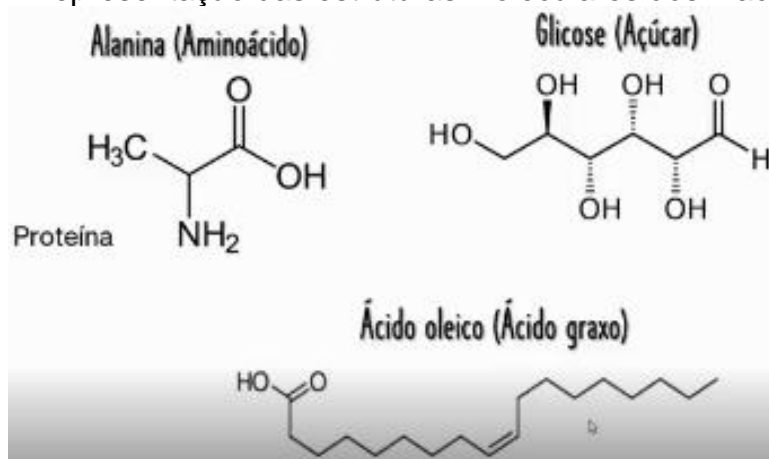
*energia dos alimentos, mas assim, foi para 1,3270 de pão torrado, 0,5 de amendoim e 0,4 de óleo. Nós faremos uma comparação desses alimentos, e iremos ver qual é o mais calórico, né? Se é o amendoim ou é o pão torrado. Mas a gente precisa ter a mesma massa de alimento, então vamos pedir para vocês fazerem este valor, determinar esta caloria para cada 100 g deste alimento. (163)*

Identificamos indícios da PC5, uma vez que nos cálculos deve-se utilizar o raciocínio matemático e noções de proporcionalidade e quantidades, considerando 100g do alimento.

A ação demonstrar corresponde aos momentos em que as licenciandas demonstram aos alunos os materiais usados no experimento e as estruturas moleculares dos macronutrientes. Identificamos microações da ação demonstrar relacionadas à PC2 – Desenvolver e usar modelos e a PC3 – Planejar e realizar investigações.

Indícios da PC2 aparecem quando, por exemplo, a licencianda demonstra a estrutura molecular dos macronutrientes (carboidratos, proteínas e lipídios). A seguir, apresentamos as estruturas moleculares dos macronutrientes utilizada na aula, Figura 15.

**Figura 15** – Representação das estruturas moleculares dos macronutrientes



Fonte: extraída de slide da aula do grupo 02

A seguir, apresentamos um dos trechos transcritos:

*Aqui a gente tem uns exemplos, a alanina. Que é de uma proteína, a glicose que seria o açúcar, que é um carboidrato, e o ácido linoleico que seria uma gordura. (246)*

Interpretamos essa microação relacionada à PC2, uma vez que consiste no uso de modelos de ligações moleculares, com vistas ampliar a visualização do fenômeno. Neste caso, o objetivo era diferenciar, mediante as estruturas moleculares, os macronutrientes (carboidratos, proteínas e lipídios).

Evidenciamos também a PC3 em microações desta ação, quando a licencianda demonstra os materiais e reagentes utilizados no experimento. Na Figura 16 apresentamos a imagem que mostra os materiais e reagentes utilizados. Na sequência, o trecho transcrito.

**Figura 16** – Materiais e reagentes utilizados no experimento



Fonte: extraída de slide da aula do grupo 02

A seguir, apresentamos o trecho transcrito:

*Aqui são os materiais: torrada, amendoim, a gente vai fazer com o óleo também. (112)*

A PC3 consiste no planejamento de uma sistemática investigativa, o que pressupõe o conhecimento dos reagentes, materiais e procedimentos experimentais. No trecho acima, a licencianda demonstra alguns reagentes (água, amendoim, torrada, óleo) e também alguns materiais (pinça, espátula, tubo de ensaio, termômetro) utilizados no experimento.

A ação descrever corresponde aos momentos em que as licenciandas descrevem o procedimento e os materiais e reagentes utilizados para o experimento de determinação das calorias de alguns alimentos. As microações da ação descrever estiveram relacionadas à PC3 – Planejar e realizar investigações.

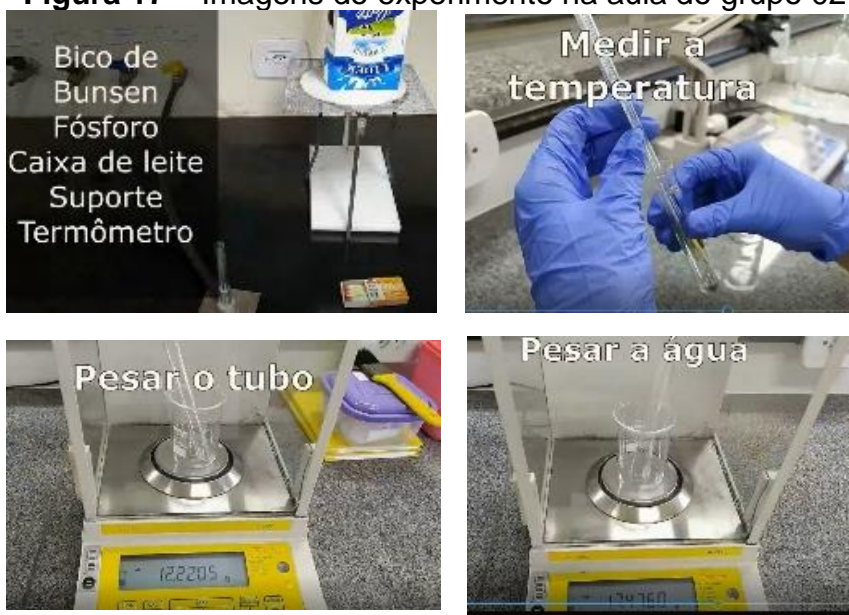


Como exemplo, apresentamos a microação em que a licencianda descreve o experimento de combustão de alguns alimentos, e também os materiais utilizados como o bico de Bunsen e o calorímetro:

*[...] faremos então a combustão deste alimento, a gente faz com uma caixinha de leite, cortamos um pedacinho dela, e em cima dela também fazemos um furinho. Nós inserimos um tubinho com uma massa de água dentro. E a gente faz a combustão do alimento através de uma fonte [energia] de fogo, ali estamos usando o bico de Bunsen, mas poderia ser um fósforo, ou qualquer outra coisa. (91)*

Em outro exemplo apresentado no trecho a seguir, a licencianda descreve parte do procedimento e alguns dos materiais utilizados no experimento da combustão dos alimentos. Apresentamos a Figura 17, com imagens do experimento exibidas aos alunos, no momento em que a licencianda descreve a experimentação.

**Figura 17 –** Imagens do experimento na aula do grupo 02



**Fonte:** extraída de slide da aula do grupo 02

A seguir, apresentamos um dos trechos transcritos:

*Primeiro a gente pesa o tubo de água, e o tubo com água que deu 17,47g. A gente mede a temperatura inicial da água em graus. (113)*

Interpretamos essas microações relacionadas à PC3, uma vez que esta PC consiste no planejamento e na condução de uma sistemática investigativa. Para isso é necessário observação, medição e controle de variáveis. No exemplo



acima, as licenciandas descrevem alguns materiais utilizados para o procedimento da combustão de alimentos, descrevem como se determina a massa de água e a medida de temperatura inicial da água utilizada no experimento, em graus Celsius, com o uso do termômetro.

A ação explicar corresponde aos momentos em que as licenciandas explicam o conteúdo de termoquímica, em especial os macronutrientes contidos nos alimentos (carboidratos, lipídios e proteínas) e a determinação de calorias utilizando-se, para isso, os *slides* e o vídeo do experimento.

Identificamos microações da ação explicar relacionadas à PC2 – Desenvolver e usar modelos, a PC3 – Planejar e realizar investigações, PC5 - Utilizar matemática e o pensamento computacional, a PC6 – Construir explicações e a PC8 – Obter, avaliar e comunicar a informação.

Indícios da PC2 aparecem quando, por exemplo, as licenciandas utilizam-se dos modelos das estruturas moleculares para explicar a energia dos macronutrientes (carboidratos, proteínas e lipídios) por meio das estruturas da glicose, da alanina e do ácido oleico (Figura 15, página 124). A seguir, o trecho transcrito:

*É porque a gente tem assim, aqui você pode perceber que a maioria das moléculas, que vocês não aprenderam isso ainda, mas cada pontinho dessas retas, é um carbono, então temos as ligações carbono-carbono, as ligações carbono-oxigênio, carbono-nitrogênio, e cada ligação dessa ela vai fornecer uma energia diferente. Entendeu? Então dependendo do tipo da molécula é que causa essa liberação diferente de energia. A molécula de óleo, é praticamente somente ligação carbono-carbono, mas essa molécula é muito grande, ela é muito maior que a da glicose, por exemplo, que é uma molécula só de carboidrato. Então é por isso que ela libera muito mais energia, por conta da quantidade de ligação dela e dos tipos, o aminoácido que é uma proteína, aí está só um pedacinho dela, você percebe que ela tem uma coisa diferente? Ela tem o nitrogênio, que é uma coisa que não tem nas outras moléculas, então são energias diferentes. Tem mais oxigênio, entendeu mais ou menos? (343)*

Interpretamos essa microação relacionada à PC2, uma vez que esta PC consiste no uso de representações e/ou modelos, de forma a possibilitar maior visualização e/ou compreensão do fenômeno em estudo. No trecho acima, a licencianda explica diferenças nas estruturas das moléculas de alguns macronutrientes, a partir de suas ligações, o reconhecimento dos átomos de carbono (*pontinho das retas* – vértice) e as energias relacionadas a cada uma das ligações (carbono-carbono, carbono-oxigênio, por exemplo). Por fim, na explicação, a

licencianda relaciona a quantidade de energia liberada com o número de ligações que podem ser rompidas durante a reação de combustão.

Evidenciamos também a PC3 em microações desta ação quando as licenciandas explicam que o experimento está baseado na combustão dos alimentos (torrada, amendoim) e que a diferença de resultados obtidos experimentalmente, e o encontrado nos rótulos de alguns alimentos, pode ter ocorrido devido aos materiais utilizados no experimento.

No exemplo a seguir, a licencianda explica que o experimento foi realizado com alimentos comprados no mercado e que a quantidade de energia apresentada no rótulo nutricional é bem maior do que a encontrada nos cálculos experimentais para o mesmo tipo de alimento:

*Por isso mesmo, porque foi só para determinar qual era o mais calórico, diferencial calórico, qual variou mais calor. Não seria neste caso porque a gente pode ter pego, a gente pegou o alimento mesmo no mercado e assim, a gente não trouxe o rótulo, a gente poderia ter trazido também, só que estes rótulos também têm um maior valor de energia. Se a gente olhar na tabela nutricional de todos, de várias torradas, geralmente tem esse mesmo valor calórico, problema mesmo é a nossa é o nosso sistema que não é perfeito que libera energia, mas que temos a caixinha que isola a temperatura ali, mas ainda há uma perda para o ambiente. Então a gente não pode fazer essa comparação exata com o rótulo, que é muito mais perfeito. (238)*

Interpretamos que corresponde à PC3, uma vez que esta PC consiste no reconhecimento de erros e controle de variáveis envolvidas na sistemática investigativa, na percepção de padrões e das relações de causa e efeito e também na escolha de materiais necessários para a investigação. No exemplo acima, a licencianda explica que uma possível causa na diferença dos resultados encontrados, pode ser devido ao uso da caixinha de leite no experimento, que não é perfeitamente hermética, portanto, há perda de energia [na forma de calor] para o ambiente.

Evidenciamos também a PC5 em microações da ação explicar, quando as licenciandas explicam como calcular a energia envolvida em 100g de cada alimento e a relação entre caloria e quilocaloria. A seguir, apresentamos alguns exemplos:

*É então vocês vão fazendo, por exemplo no pão torrado, a gente tem 1,3 gramas de pão torrado para 15 calorias, né? Então para 100 gramas quanto teríamos em calorias ... [regra de três simples]. (167)*

*Então, vamos usar aquela fórmula lá, do calor latente, que eu acho, que o professor, não sei se o P1 ou algum outro professor de vocês falou que aquela equação de fórmula, do qmacet. Nós precisaremos da temperatura final e uma temperatura inicial da água. A temperatura inicial da água foi de 25°C e depois que aquecemos a água com o pão torrado, ficou 28°C. Então, 28 menos 25 dá 3 graus Celsius, que é a variação de temperatura da água. Então, nós vamos usar o qmacet, né? E vamos substituir os valores, lembram que nós pegamos o que? A massa da água que é 5,255 [circulando o valor na tabela] e a gente vai usar o calor específico da água, por isso que usaremos a massa da água, porque é gramas de água por gramas de água e o calor específico. Por isso que precisamos da massa da água, lembrando, que na queima, a variação de temperatura vem da queima do alimento. Então, [para determinar o valor da] energia nós fizemos uma transformação, e assim, toda a energia que aqueceu a água vem deste alimento, e a gente substitui o delta T por 3 graus. (154)*

No primeiro trecho acima, as licenciandas explicam como fazer a regra de três simples para determinar a energia em 100g de alimento; no segundo trecho, explicam como se usa a fórmula de caloria ( $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ ) na substituição dos valores nas variáveis, e o motivo de se utilizar a massa de água e a sua variação de temperatura.

Interpretamos que corresponde à PC5, uma vez que esta PC consiste no uso do raciocínio matemático para a compreensão dos fenômenos, ou seja, por meio do entendimento adequado das relações entre as variáveis presentes na fórmula matemática. Nos exemplos acima, no primeiro trecho a licencianda reconhece as quantidades dimensionais e que elas são essenciais para a realização da regra de três, assim como a aplicação de proporção para o cálculo de caloria em 100g de alimento. No segundo trecho, a licencianda explica como resolver fazendo uso da fórmula ( $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ ), que corresponde a uma expressão matemática, envolvendo as variáveis massa, calor específico e variação de temperatura.

Microações da ação explicar relacionadas à PC6 aparecem, por exemplo, quando as licenciandas explicam a composição dos macronutrientes, a energia dos alimentos que é medida em calorias, o motivo de utilizar a massa de água para a equação de caloria e os tipos de leite encontrados no mercado e suas características em termos energéticos e nutricionais.

Nos exemplos, as licenciandas explicam o calor específico da água e o motivo pelo qual o amendoim foi o segundo alimento mais calórico, segundo o experimento:

*Então pessoal, a gente vai complementando aqui, porque como a L3 disse, a água é assim, pura digamos,  $H_2O$  que a representa. E o que nós temos no*

*alimento? Temos normalmente diversos componentes, que vão variar de um alimento para outro. Com essa variação, varia o calor específico também. Conforme a composição é diferente, o calor específico também é, [...]. Então é muito mais viável pegarmos um que não muda, do que usar um outro de uma outra composição, e assim, não fará muito sentido fazer este cálculo. Então, nós pegamos a água, que qualquer água que pegarmos, vai ser padrão. Nós fazemos este cálculo com a água. É isso, né! (100)*

*Pra gente ver, que o amendoim foi o segundo, né? [alimento com mais energia] Ele tem uma grande quantidade de gordura, mas o óleo é pura gordura. Então, é por isso que o óleo forneceu mais energia, agora, veremos o porquê a gordura é responsável por isso. (232)*

Nos exemplos acima, no primeiro trecho as licenciandas explicam que o motivo de ser utilizada a massa de água e não do alimento na fórmula de caloria, corresponde ao fato desta substância conter um calor específico próprio, ser de uso comum e fácil manuseio e, assim, a água torna-se um padrão apropriado para o cálculo de caloria, complementando a fala da outra licencianda. No segundo trecho, explicam que o amendoim foi o segundo alimento que apresentou maior valor calórico por conter grande quantidade de gordura em sua composição.

Encontramos evidências da PC8 em microações desta ação quando as licenciandas explicam aos alunos a necessidade de consumir alimentos mais energéticos, quando ficamos um longo período sem se alimentar, e que ao invés de lipídios, o consumo de outro macronutriente importante é a proteína. Essa explicação é decorrente da situação-problema apresentada no início da aula em que os estudantes deveriam se posicionar sobre qual alimento o personagem “José” deveria escolher ingerir antes de fazer uma trilha, exemplificado a seguir:

*Outra coisa também, por exemplo, se você vai fazer uma caminhada, ou ir para uma trilha, alguma coisa assim, e vocês precisam de um lanchinho para dar aquela energia, vocês vão escolher a torrada ou o amendoim? Acho que o amendoim, porque vocês vão ter mais energia. Então este tipo de coisa, faz a gente pensar mais antes de escolhermos, é o tipo de coisa que vamos comer, e vai se alimentar. Nós sabemos que, muitas vezes, comemos um pãozinho e daqui a meia hora, já estamos com fome novamente. Então, é por conta disso. Por causa dos macronutrientes presentes em cada alimento. (260)*

Interpretamos como PC8, uma vez que esta PC consiste na comunicação de ideias e do resultado de uma investigação. No trecho acima, após a realização do experimento e da condução da aula a respeito das calorias dos alimentos, a licencianda retoma a problemática inicial e explica que o consumo de alimento mais calóricos ou não depende das necessidades diárias do sujeito e das

atividades que realiza. Para responder à problemática inicial, a licencianda utilizou os conceitos científicos trabalhados na oficina temática, tais como os conceitos de caloria, macronutrientes, reações de combustão.

A ação identificar corresponde aos momentos em que as licenciandas identificam os tipos de leite (desnatado, semidesnatado e integral), de acordo com a atividade proposta. Evidenciamos microações da ação identificar relacionadas à PC4 – Analisar e interpretar dados.

Indícios da PC4 aparecem quando, por exemplo, as licenciandas identificam o alimento menos calórico durante uma atividade em que é utilizada a tabela com os dados obtidos do experimento e, também, quando identificam os tipos de leite, menos e mais calórico, por meio de seus rótulos. No exemplo a seguir, a licencianda identifica que é o pão torrado que apresenta menos caloria por grama de alimento:

*É o pão torrado, certo. (227)*

No trecho acima, a licencianda identifica durante uma atividade proposta, que o alimento menos calórico é o pão torrado. Para isso, utilizou-se de uma tabela que continha os resultados de caloria por grama para cada um dos alimentos investigados.

Evidenciamos também indícios da PC4 quando a licencianda identifica que o alimento que apresenta maior energia é o que contém maior quantidade de gordura, mostrado no exemplo a seguir:

*É o [alimento] que tem mais gordura, libera mais energia, né. Então, tem maior calor de combustão. E é também assim, vamos discutir um pouquinho, se vocês têm e conseguem dar exemplo de alimentos mais calóricos e com menos caloria, agora após o nosso experimento. (289)*

Interpretamos essa microação relacionada à PC4, uma vez que esta PC consiste na análise sistemática de dados provenientes de uma investigação científica. Para isso, a compreensão e organização dos dados é importante, por meio de tabelas e gráficos, o que pode ocorrer mediante a percepção de padrões, regularidades e conflitos. No trecho acima, a licencianda identifica que o alimento que apresenta maior calor de combustão corresponde ao que gera mais energia no experimento, ou seja, aquele que tem mais gordura em sua composição. As

explicações são geradas a partir da análise e interpretação dos dados obtidos experimentalmente.

A ação perguntar corresponde aos momentos em que as licenciandas utilizaram-se de perguntas para identificar o que os alunos sabiam a respeito dos conteúdos trabalhados, a fim de orientar suas explicações e também para a condução das atividades propostas. As microações da ação perguntar estiveram relacionadas à PC1 – Fazer perguntas.

Indícios da PC1 aparecem quando, por exemplo, as licenciandas durante as aulas perguntam aos alunos o que sabem sobre as calorias dos alimentos, se eles se preocupam com o que consomem diariamente, se estão conseguindo fazer as atividades propostas e os cálculos envolvidos, se entenderam a relação entre calorias e os tipos de ligações entre os macronutrientes.

A seguir, são apresentados alguns exemplos de perguntas realizadas pelas licenciandas durante a aula:

*Vocês sabem o que são calorias? O que vocês pensam quando vocês vêm nos rótulos escritos calorias? Quem quer falar aqui um pouco sobre? Alguém? (18)*

*E aí o que é que vocês acham? Visando a caloria dos alimentos. O que vocês acham que seria menos calórico para o José consumir como aperitivo? (71)*

No primeiro trecho, as licenciandas perguntam aos alunos, no início da oficina temática, o que conhecem e pensam a respeito das calorias dos alimentos e se já observaram isso nos rótulos de alimentos. No segundo trecho, após o texto com a problematização em que José deveria escolher entre a torrada ou o amendoim, elas perguntam o que José deveria comer como aperitivo. Mediante esses exemplos, as perguntas foram importantes para levantar ideias dos alunos sobre o tema da aula.

Ainda relacionada à ação perguntar apresentamos, na Figura 18, uma imagem que ilustra a questão trazida durante problematização da aula, retomada pelas licenciandas ao final da oficina temática.

**Figura 18** – Slide com a imagem de rótulos e a pergunta da problematização

O que José deve comprar?



**Fonte:** extraída de slide da aula do grupo 02

Apresentamos, a seguir, o trecho transcrito:

*Então, lembrando aquele probleminha do início, que a gente falou do José que ele tinha a dieta lá, e foi no mercado comprar um lanchinho. Então, depois de vocês verem sobre o experimento e sobre a quantidade de energia liberada, o que o José deve comprar? A torradinha ou o amendoim? (253)*

Outros exemplos também relacionados à PC1 seguem apresentados:

*E essa determinação da caloria a gente usa a massa específica da água, e a massa de água e não do alimento, vocês saberiam dizer o porquê? Que a gente usa os valores em termos em relação à água e não do alimento, já que é do alimento que a gente quer saber a caloria né? Vocês sabem dizer, ou pensar, ou propor alguma resposta? (95)*

*Vocês tiveram alguma dificuldade aqui? Ou agora conseguem resolver? (160)*

*Não fizeram a regrinha de três? Já aprenderam isso ou não? (165)*

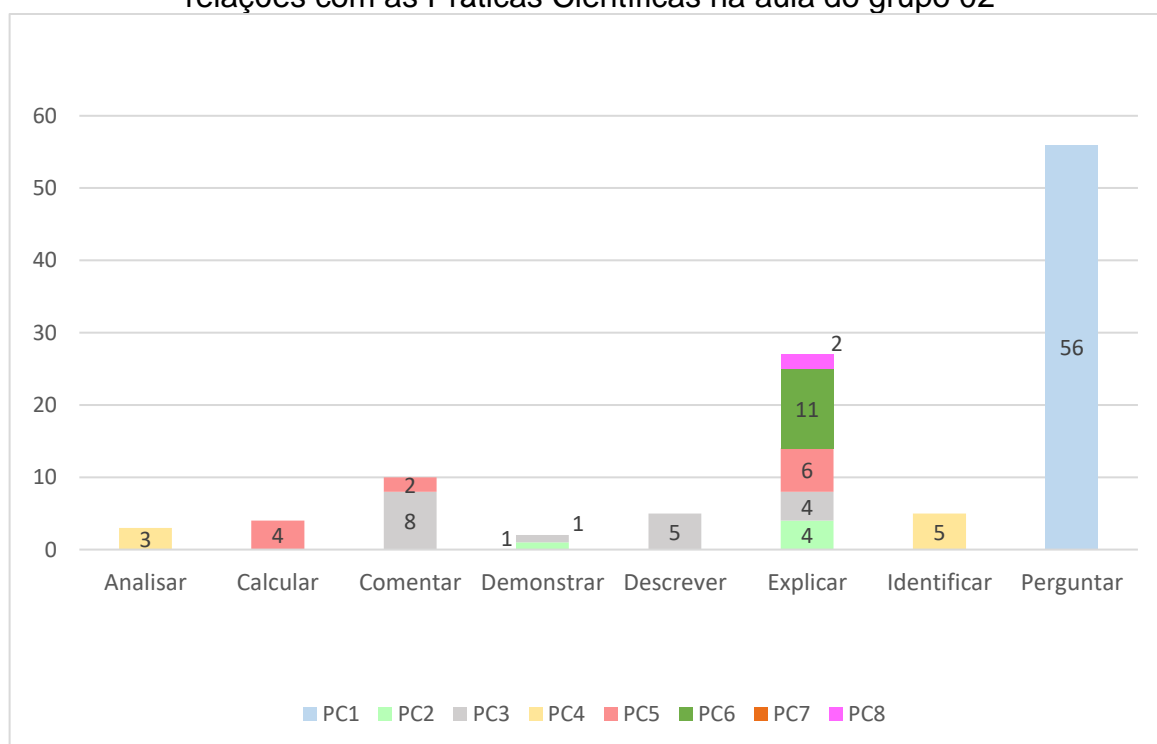
Nos trechos, as licenciandas perguntam se os alunos sabiam o porquê de ser utilizada a massa da água no tubo de ensaio, ao invés da massa do alimento, ao substituir na fórmula matemática; se eles teriam alguma dificuldade nos cálculos de caloria e se já teriam aprendido a fazer os cálculos por meio de regra de três simples. Ou seja, as licenciandas utilizaram-se de perguntas para identificar alguns conhecimentos prévios dos alunos e para conduzirem a aula de forma dialógica e interativa.

Mediante as análises das aulas do grupo 02, evidenciamos ações e microações relacionadas a sete Práticas Científicas: à PC1 – Fazer perguntas, à PC2 – Desenvolver e usar modelos, à PC3 – Planejar e realizar investigações, à PC4 – Analisar e interpretar dados, à PC5 – Utilizar matemática e o pensamento

computacional, à PC6 – Construir explicações e à PC8 – Obter, avaliar e comunicar a informação. Assim, podemos dizer que as licenciandas, ao conduzirem a aula sobre o conteúdo de termoquímica, utilizarem-se de perguntas para orientar suas explicações, cálculos e aprofundar a compreensão sobre o experimento (PC1); de imagens com representações para conduzir a explicação e aprofundar a compreensão a respeito das ligações e da energia envolvida na queima dos alimentos (PC2); de um vídeo de um experimento para evidenciar a relação entre os macronutrientes e a energia contidas nos alimentos (PC3); de tabelas e de rótulos nutricionais de alguns alimentos (PC4); do raciocínio matemático para a realização dos cálculos de caloria dos alimentos (PC5); de explicações dos conceitos de termoquímica (PC6); e comunicaram e avaliaram ideias acerca da problematização, por meio da compreensão dos conceitos abordados fazendo uso da linguagem científica (PC8).

Considerando as ações e microações identificadas nas aulas do grupo 02, no Gráfico 2, apresentamos a incidência de microações em cada uma das ações docentes e as relações com as Práticas Científicas.

**Gráfico 2** – Incidência das microações em cada uma das ações docentes e as relações com as Práticas Científicas na aula do grupo 02



Fonte: próprio autor



No Gráfico 2 é apresentada a incidência de microações identificadas nas ações docentes realizadas pelas licenciadas do grupo 02, ao longo da execução das aulas. As diferentes cores expressas no gráfico estão relacionadas às PC. Vale lembrar que os licenciandos foram instruídos, ao longo da disciplina, pela professora-formadora e pelo pesquisador a incorporarem o maior número possível de Práticas Científicas em suas aulas.

As ações docentes mais incidentes ao longo das aulas do grupo 02 foram perguntar e explicar, com 56 e 27 microações, respectivamente.

As perguntas foram importantes para explorar aspectos da problematização inicial, do experimento, da energia dos alimentos e na realização dos cálculos envolvidos, assim como possibilitaram identificar algumas dúvidas dos alunos quanto aos conteúdos abordados durante a aula. As licenciadas também explicaram os conceitos a partir do vídeo do experimento que envolvia a combustão de alimentos. Ao construir explicações para os fenômenos estudados, as licenciadas buscaram incorporar o que é atualmente conhecido e aceito no campo da ciência.

Em relação às Práticas Científicas, evidências da PC1 foram identificadas nas microações da ação perguntar uma vez que as licenciadas, ao conduzirem a aula, utilizam-se de perguntas para explorar aspectos do tema em estudo, dos modelos e experimento utilizados a respeito dos conceitos que envolvem as calorias e energia dos alimentos. As perguntas também visavam a identificar conhecimentos prévios dos alunos e possíveis dúvidas quanto aos conteúdos abordados.

Evidências da PC2 foram identificadas nas microações das ações demonstrar e explicar, uma vez que as licenciadas, por meio de modelos e representações, exploram os conceitos de energia dos alimentos e sua relação com o rompimento das ligações químicas durante a combustão.

Evidências da PC3 foram identificadas nas microações das ações comentar, demonstrar, descrever e explicar quando as licenciadas exploram uma sistemática investigativa, e para tal utilizam um vídeo de um experimento que demonstra a combustão dos alimentos. Por meio do vídeo elas comentam, descrevem e explicam conceitos de termoquímica.

Evidências da PC4 foram identificadas nas microações das ações analisar e identificar, no momento em que as licenciadas buscam analisar e

identificar as informações expressas em textos, tabelas e rótulos, com vistas a compreender determinado fenômeno.

Evidências da PC5 foram identificadas nas microações das ações calcular, comentar e explicar quando as licenciandas exploram o raciocínio matemático, demonstram fórmulas e efetuam cálculos para um determinado a caloria dos alimentos investigados.

Evidências da PC6 foram identificadas nas microações da ação explicar quando as licenciandas explicam determinado evento ou fenômeno, mediante observações e conceitos científicos, no momento em que, por exemplo, explicam os diferentes tipos de alimentos, calorias, energia dos macronutrientes e o uso da fórmula de caloria.

Evidências da PC8 foram identificadas nas microações da ação explicar quando as licenciandas buscam dar sentido às informações ou ideias apresentadas, expondo suas conclusões sobre os fenômenos em estudo, neste caso, a respeito da escolha mais adequada de um alimento diante da necessidade de ficar um longo período sem se alimentar.

O Quadro 22 apresenta uma caracterização das Práticas Científicas a partir das ações docentes identificadas nas aulas do grupo 02.

**Quadro 22** – Práticas Científicas e ações docentes identificadas nas aulas do grupo 02, e a descrição geral de sua ocorrência

PC	Ações	Descrição geral
PC1	Perguntar	Quando as licenciandas fazem perguntas sobre um evento científico, fenômeno, modelo ou experimento, mediante observação do que está sendo estudado.
PC2	Demonstrar Explicar	Quando as licenciandas demonstram e explicam conceitos a partir de modelos, representações e os utilizam para compreender ou prever um evento ou fenômeno científico.
PC3	Comentar Demonstrar Descrever Explicar	Quando as licenciandas comentam, demonstram, descrevem ou explicam um experimento ou uma investigação sistemática que requer o controle de variáveis dependentes ou independentes com a finalidade de investigar uma questão científica ou testar uma afirmação ou hipótese.
PC4	Analisar Identificar	Quando as licenciandas analisam e identificam informações expressas em textos e tabelas.
PC5	Calcular Comentar Explicar	Quando as licenciandas utilizam-se do raciocínio matemático ou de relações quantitativas para calcular, comentar e explicar determinado evento ou fenômeno.
PC6	Explicar	Quando as licenciandas explicam um determinado evento, observação ou fenômeno, aplicando teorias científicas que incorporam a compreensão atual da Ciência.

<b>PC8</b>	Explicar	Quando as licenciadas comunicam as informações ou os resultados da problemática em questão e dão sentido às ideias apresentadas, expressando suas conclusões e entendimentos científicos sobre o fenômeno em estudo.
------------	----------	--

Fonte: próprio autor

Ao analisarmos as gravações das aulas ministradas pelas licenciadas do grupo 02, buscamos caracterizar as PC por meio das descrições das ações e microações identificadas.

A seguir, apresentamos discussões adicionais acerca das ações e microações docentes identificadas nas aulas dos grupos 01 e 02, e as relações com as Práticas Científicas.

### 3.3 COMENTÁRIOS ACERCA DAS AÇÕES E MICROAÇÕES DOCENTES DOS GRUPOS 01 E 02 E AS PC

Considerando que o objetivo desta investigação é caracterizar as PC por meio da descrição das ações e microações docentes observadas na execução de aulas de Química ministradas por licenciandos em situação remota, apresentamos no Quadro 23 as Práticas Científicas e as ações docentes relacionadas, identificadas nas aulas dos grupos 01 e 02.

**Quadro 23** – As PC e as ações docentes identificadas nas aulas dos grupos 01 e 02

<b>Práticas Científicas</b>	<b>Ações docentes (grupo 01)</b>	<b>Ações docentes (grupo 02)</b>
PC1	Perguntar	Perguntar
PC2	Apresentar, comentar, demonstrar, descrever, explicar	Demonstrar, explicar
PC3	Demonstrar	Comentar, demonstrar, descrever, explicar
PC4	Identificar, interpretar	Analisar, identificar
PC5	Calcular, escrever, explicar	Calcular, comentar, explicar
PC6	Explicar	Explicar
PC7	Explicar	-----
PC8	Explicar	Explicar

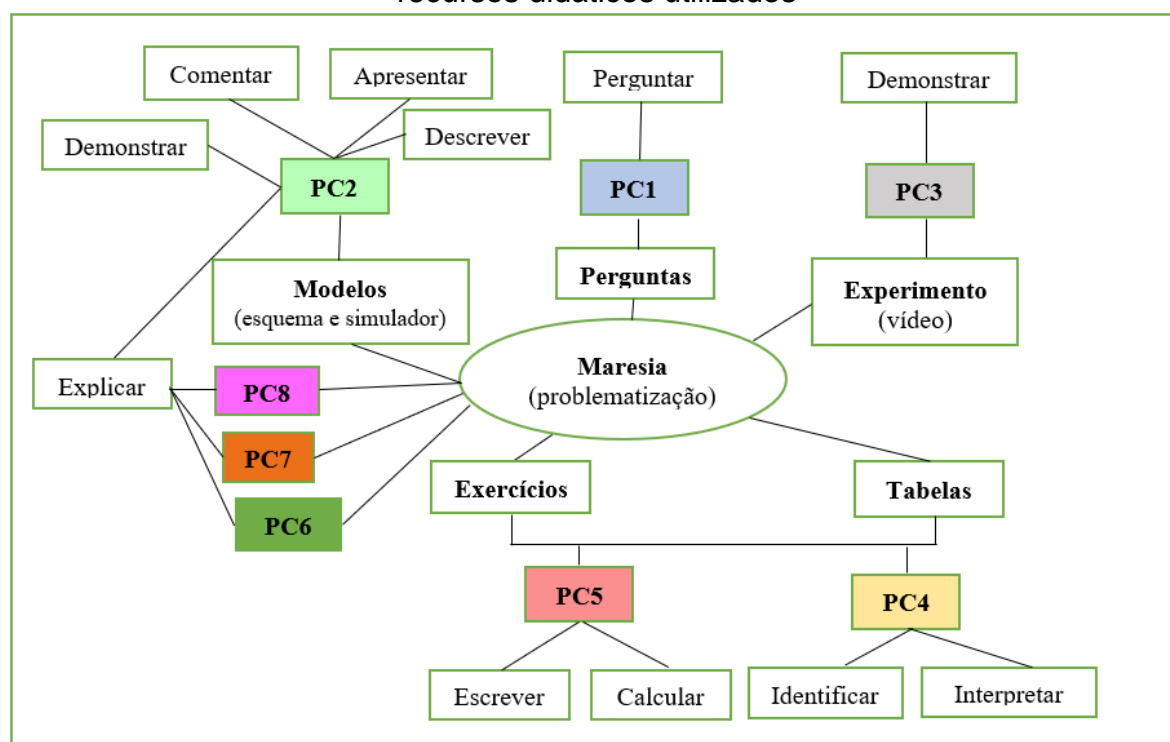
Fonte: próprio autor

Como evidenciado no Quadro 23, nas aulas dos dois grupos foram identificadas ações docentes relacionadas às Práticas Científicas e, por meio da descrição das ações e microações, buscamos uma caracterização das PC.

Nas aulas do primeiro grupo, a aula teve início com uma problematização que envolvia o fenômeno da maresia, seguida de questionamentos aos alunos sobre tópicos do conteúdo de eletroquímica (PC1 – ação perguntar). Na sequência, os licenciandos fizeram uso de inúmeras representações e modelos de pilhas eletrolíticas com diferentes metais, usaram um simulador e um vídeo de um experimento contendo uma pilha de limão (PC2, PC3 e PC6 – ações apresentar, comentar, demonstrar, descrever e explicar). Os licenciandos interpretaram os valores dos potenciais de redução de algumas espécies químicas, a partir de tabelas, e resolveram exercícios sobre o conteúdo estudado, calculando a ddp de várias pilhas eletrolíticas (PC4 e PC5 – Ações calcular, escrever, identificar, interpretar e explicar). Ao final da aula retomaram a problematização inicial, buscando respondê-la com base nos conceitos estudados (PC7 e PC8 – ação explicar). Os recursos utilizados pelos licenciandos acabaram por potencializar a incidência de determinadas PC nas respectivas ações e microações docentes que as caracterizam.

A Figura 19 foi elaborada na tentativa de representar as ações observadas ao longo das aulas do grupo 01, suas relações com as PC e os recursos didáticos utilizados.

**Figura 19** – Ações ocorridas nas aulas do grupo 01 e suas relações com as PC e os recursos didáticos utilizados



Fonte: próprio autor

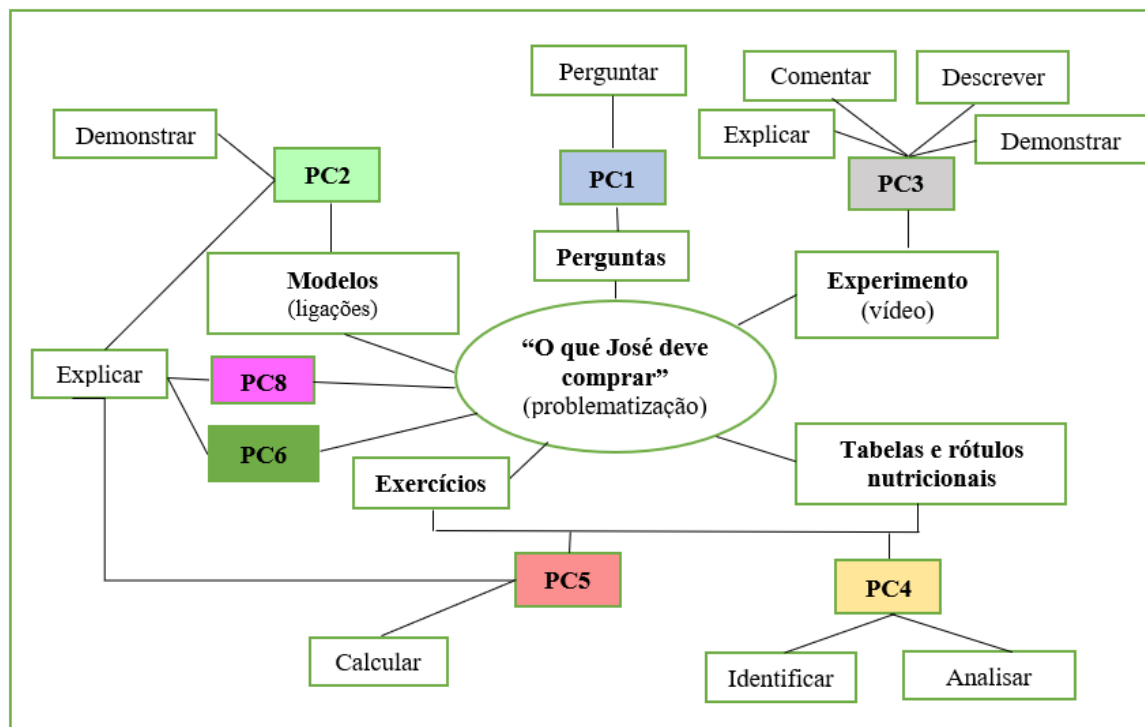
Como observado na representação acima, as aulas do grupo 01 foram desenvolvidas em torno da problematização do fenômeno da maresia, o que justifica a velocidade do processo de corrosão de objetos metálicos em razão da presença de íons na água do mar. Para conduzir a aula os licenciandos fizeram uso de recursos variados como perguntas, simuladores, analogias, vídeo de um experimento científico, exercícios e tabelas. Estes recursos conduziram a ações e microações docentes específicas, o que caracterizou determinadas Práticas Científicas.

Na figura, a PC1 é caracterizada pela ação perguntar; os modelos, analogias e simuladores conduzem a PC2 que é caracterizada pelas ações apresentar, comentar, demonstrar e descrever; o vídeo do experimento de uma pilha de limão conduz a PC3 que é caracterizada pela ação demonstrar; o uso de tabelas e a resolução de exercícios possibilitam o envolvimento na PC4 e PC5 que são caracterizadas pelas ações interpretar, identificar e escrever, calcular, respectivamente. Em vários momentos os licenciandos explicam os conceitos de eletroquímica (PC6) por meio dos slides; argumentam a partir de evidências científicas (PC7) e retomam a problematização inicial, dando sentido as informações discutidas, expressando suas conclusões sobre o fenômeno em estudo.

Para o segundo grupo analisado, a primeira aula foi desenvolvida mediante o uso de uma problematização sobre a ingestão de alimentos mais e menos calóricos e questionamentos aos alunos sobre o tema da aula (PC1 – ação perguntar). Foram propostos também questionários no *Google forms* e um vídeo de um experimento sobre a combustão de alimentos e explicações da energia liberada durante a queima (PC2, PC3 e PC6 – ações demonstrar, explicar, comentar, descrever). As licenciandas fizeram uso de tabelas para organizar os dados do experimento e compará-los aos rótulos nutricionais (PC4 – ações analisar, identificar). Exercícios envolvendo cálculos das calorias dos alimentos foram feitos e explicados pelas licenciadas (PC5 e PC6 – ações calcular, comentar e explicar). Ao fim da aula retomaram a problematização inicial, buscando respondê-la com base nos conceitos estudados (PC8 – ação explicar). Os recursos utilizados pelos licenciandos acabaram por potencializar a incidência de determinadas PC nas respectivas ações e microações docentes que as caracterizam.

A Figura 20 foi elaborada na tentativa de representar as ações observadas ao longo das aulas do grupo 02, suas relações com as PC e os recursos didáticos utilizados.

**Figura 20** – Ações ocorridas nas aulas do grupo 02 e suas relações com as PC e os recursos didáticos utilizados



Fonte: próprio autor

Como observado na representação acima, as aulas do grupo 02 foram desenvolvidas em torno de uma problematização que envolvia a escolha de alimentos mais e menos calóricos. Para conduzir a aula as licenciadas fizeram uso de recursos variados como perguntas, vídeo de um experimento, slides, tabelas, rótulos nutricionais, modelos e exercícios. Estes recursos conduziram a ações e microações docentes específicas, o que caracterizou determinadas Práticas Científicas.

Na figura, a PC1 é caracterizada pela ação perguntar; os modelos de ligações químicas conduziram a PC2 que é caracterizada pelas ações demonstrar e explicar; o vídeo do experimento da queima de alimentos conduz a PC3 que é caracterizada pelas ações demonstrar, descrever e comentar; o uso de tabelas e a resolução de exercícios possibilitam o envolvimento na PC4 e PC5 que são caracterizadas pelas ações analisar, identificar e calcular, explicar, respectivamente. Em vários momentos as licenciadas explicam os conceitos de termoquímica (PC6); e retomam a problematização inicial dando sentido as informações discutidas, expressando suas conclusões sobre o fenômeno em estudo (PC8).

Mesmo as aulas tendo ocorrido no formato remoto, os licenciandos utilizaram-se de questionamentos, simuladores, modelos, analogias, vídeos de

experimentos, tabelas com dados, resolução de exercícios e cálculos, o que possibilitou a incidência de diferentes ações e microações docentes, favorecendo também o envolvimento nas Práticas Científicas.

Nos contextos investigados, evidenciamos que a PC1 – Fazer perguntas –, esteve relacionada à ação docente perguntar. Mediante esta ação os licenciandos realizaram questionamentos durante toda aula, a fim de identificar o que os alunos sabiam a respeito dos conteúdos propostos, mais especificamente sobre os conteúdos de eletroquímica e termoquímica.

Ao considerarmos as possibilidades de interações nas aulas, destacamos a importância das perguntas, fundamentais na percepção das inquietações e dúvidas dos estudantes e no processo de ensino e aprendizagem em Ciências. É importante estimular os estudantes a fazerem perguntas durante as aulas e valorizar a criatividade presente neles, uma vez que existe uma aproximação entre o aprender perguntar e aprender investigar (Santana; Sedano, 2023). Segundo Gil Perez *et al.* (2001), por meio de perguntas é possível focar uma situação de estudo. De acordo com Osborne (2014), fazer perguntas ajuda a acompanhar as ideias principais relacionadas ao tema proposto, e também a checar e avaliar se o conteúdo pretendido está sendo compreendido. Esta PC também consiste no uso de questões para encontrar mais informações acerca do mundo natural, direcionando pesquisas a respeito dos fenômenos investigados (NRC, 2012).

A PC2 – Desenvolver e usar modelos esteve relacionada a cinco ações docentes: apresentar, comentar, demonstrar, descrever e explicar. Os licenciandos, mediante estas ações, exploraram alguns recursos como modelos, analogias, representações e simuladores, possibilitando uma maior visualização dos fenômenos estudados. O uso de modelos múltiplos equipam os alunos com o conhecimento e habilidades apropriados, necessários para lidar com questões complexas; porém, nem sempre é clara a escolha do modelo mais apropriado, de acordo com suas características distintas, para que eles consigam desenvolver e usar de forma apropriada, de acordo com os propósitos epistêmicos (Ke *et al.*, 2021). O uso e o desenvolvimento de modelos também pode ajudar no desenvolvimento da autonomia dos alunos, e também evidencia uma certa relação entre a teoria e o que se sabe do mundo, uma vez que o uso de modelos possibilita uma certa aproximação, fornece condições viáveis e facilitadoras para se chegar a determinadas explicações, de modo que diferentes aspectos do mundo físico possam ser compreendidos e

estudados por meio destas aproximações (Batista; Salvi; Lucas, 2011). Pelo fato de a aula ter sido ministrada no formato remoto, os licenciandos fizeram uso de simuladores, analogias, esquemas e imagens para potencializar a discussão dos tópicos estudados.

A PC3 – Planejar e realizar investigações esteve relacionada a quatro ações docentes: comentar, demonstrar, descrever e explicar. Mediante estas ações, os licenciandos comentaram, demonstraram, descreveram e explicaram experimentos a partir de vídeos gravados por eles em momentos anteriores às aulas, buscando envolver os alunos em uma sistemática investigativa, que é um dos objetivos desta PC. De acordo com Duschl e Bybee (2014), a investigação científica pode ser realizada em campo ou em laboratório e uma das principais práticas dos cientistas é planejar e realizar uma investigação sistemática, o que exige a identificação do que deve ser registrado e, se for o caso, do que deve ser tratado como variáveis dependentes e independentes (controle de variáveis). Observações e dados coletados de tal trabalho são usados para testar teorias e explicações existentes ou para revisar e desenvolver novas. Segundo Osborne (2014), ajudar os estudantes a projetarem investigações e testarem hipóteses é uma forma de desenvolver uma das competências exigidas no PISA, em que eles devem ser capazes de avaliar as práticas e condutas científicas e compreender a natureza da Ciência.

Neste sentido, os professores e alunos devem ter oportunidades de planejar e conduzir investigações em que descobertas científicas são usadas para resolver problemas cotidianos reais. Segundo o NRC (2012), o uso de experimentos e investigações pode proporcionar aos sujeitos envolvidos a capacidade de planejamento, o desenvolvimento da observação, da tomada de decisão e o reconhecimento de variáveis relacionadas.

A PC4 – Analisar e interpretar dados esteve relacionada a quatro ações docentes: analisar, explicar, identificar e interpretar. Mediante estas ações, os licenciandos utilizaram-se de tabelas (de potenciais de redução, com os resultados do experimento da combustão dos alimentos e os rótulos nutricionais) para analisar, explicar, identificar e interpretar alguns conceitos e responder a alguns problemas propostos em sala de aula. A PC4 guarda relações com a PC3, uma vez que os dados brutos não têm muito significado por si só. Após uma investigação, deve-se analisar e interpretar as informações. Na ciência, analisar e interpretar dados pode revelar tendências, padrões e relacionamentos significativos. De acordo com o NRC (2012),



uma das principais práticas dos cientistas está em revelar padrões nos dados e sua comunicação, por meio de tabulações e análises estatísticas.

Rosenberg, Edwards e Chen (2020) ressaltam a importância de trabalhar com dados nos processos de ensino e aprendizagem das ciências. Para isso, os autores descrevem uma série de ferramentas disponíveis online para envolver os alunos no trabalho com dados em sala de aula, bem como entender como os dados são coletados, experimentar a transformação de conjuntos de dados confusos na preparação para análise, e modelar os dados para responder a uma pergunta.

A PC5 – Utilizar matemática e o pensamento computacional esteve relacionada a quatro ações docentes: calcular, comentar, escrever e explicar. Os licenciandos, mediante estas ações, conduziram as explicações e atividades propostas utilizando-se do raciocínio matemático acerca dos conteúdos de eletroquímica e termoquímica por meio de *slides*, tabelas, fórmulas de ddp e caloria, dos experimentos e simuladores. Evidências dessa PC foram identificadas quando os licenciandos reconhecem, expressam e aplicam relações quantitativas.

Para Wilkerson e Fenwick (2016), usar a matemática e o pensamento computacional em situações de ensino é encontrar maneiras precisas de descrever os padrões e processos que compõem os sistemas científicos. A matemática e a computação podem fornecer aos alunos maneiras especiais de propor e testar relações científicas e fazer previsões. Além disso, o pensamento computacional é uma forma de capacidade humana criativa e estratégica que se utiliza dos fundamentos da computação, com a finalidade de identificar e resolver problemas, de forma individual ou colaborativa (Brackmann, 2017).

As representações matemáticas servem para descrever e apoiar conclusões científicas (NGSS, 2013). Ou seja, a matemática é importante para o reconhecimento de padrões e singularidades relacionadas a números e quantidades, úteis para a realização de análise, de interpretação e da elaboração de explicações científicas, tanto em sala de aula quanto fora dela. Vale salientar que nas aulas dos dois grupos, a realização de cálculos foram provocados por meio da resolução de exercícios e simuladores (grupo 01) e pelo experimento (grupo 02).

A PC6 – Construir explicações esteve relacionada à ação docente explicar. Os licenciandos, mediante esta ação, conduziram suas explicações do início ao fim das aulas, explanando os conteúdos de eletroquímica e de termoquímica, por meio das teorias científicas relacionadas às problematizações e aos temas das

oficinas temáticas. Segundo o NRC (2012), o objetivo da ciência é a construção de teorias que possam fornecer explicações das características do mundo. Uma teoria torna-se aceita quando se mostra superior a outras explicações na amplitude dos fenômenos que explica e em sua coerência explicativa. As explicações científicas são aplicações explícitas da teoria a uma situação ou fenômeno específico.

De acordo com Andrade, Freire e Batista (2017), uma explicação envolve a construção de histórias causais que dão sentido aos fenômenos, descrevendo o que acontece e usando as grandes ideias da ciência para teorizar sobre como e por que isso acontece. A elaboração de explicações favorece uma reflexão metacognitiva do indivíduo que envolve suas observações e o que sabe a respeito do fenômeno, até que chegue à resolução de determinada situação (Osborne, 2014).

A construção de explicações científicas requer que professores e alunos forneçam uma estrutura conceitual para o fenômeno observado, para identificar as informações relevantes, inferir sobre o mundo inobservável, compreender as causas subjacentes e estabelecer uma conexão lógica entre essas causas. Além disso, exige que professores e alunos explorem e usem as grandes ideias da ciência para entender como e por que um determinado fenômeno ocorre.

A PC7 – Argumentar a partir de evidências esteve relacionada à ação docente explicar. Os licenciandos, mediante esta ação, em especial nas aulas do grupo 01, utilizaram evidências para discutir o problema da corrosão. Segundo os documentos NRC (2012) e NGSS (2013), a construção de argumentos possibilita mostrar aos indivíduos como as evidências podem apoiar ou refutar uma afirmação, possibilitando identificar falhas no próprio argumento ou em outros; e também, por meio das críticas, novos argumentos podem ser elaborados e, assim, possibilitar novas investigações, com vistas a elucidar contradições ou erros.

Segundo Osborne (2014), um dos principais objetivos de pedir que os alunos desenvolvam argumentação, está em reconhecer que o conhecimento científico é construído por meio da defesa de ideias, de suas reivindicações, e que nada é considerado infalível, uma vez que a confiança depende da minimização de erros e do acúmulo de evidências que dão suporte aos argumentos construídos. Para Chen e Steenhoek (2014), trabalhar práticas argumentativas nas aulas de ciências é um desafio para professores e alunos. Vários investigadores lamentam o fato de o ensino das ciências nas escolas, atualmente, inibir este tipo de discurso negociado

que é drasticamente diferente do objetivo da investigação nas ciências escolares.

A PC8 – Obter, avaliar e comunicar a informação esteve relacionada à ação docente explicar. Os licenciandos, mediante esta ação, conduziram suas explicações para responderem à problematização inicial, que nas aulas analisadas tratavam do processo de corrosão e a maresia (grupo 01), da energia dos alimentos e da “escolha adequada de José” (grupo 02). Segundo o NRC (2012), é importante na aprendizagem científica que sejam utilizadas distintas linguagens para escrever, representar e comunicar as informações, possibilitando o engajamento na leitura científica.

É importante que o estudante seja capaz de construir significados por meio da interação com múltiplas formas de comunicação utilizadas na Ciência, como escrever ciência, falar sobre ciência, ler ciência, fazer ciência e representar as ideias científicas; ou seja, oferecer ao estudante não apenas um vocabulário científico, mas uma linguagem acadêmica que oportuniza o experimentar e praticar amplas atividades discursivas (Osborne, 2014). Gil Perez *et al.* (2001) apontam a importância da comunicação de trabalhos realizados ou de investigações, uma vez que a partir da comunicação é possível obter a confirmação ou refutação das hipóteses.

No Quadro 24 apresentamos um compilado das ações docentes identificadas nas aulas dos grupos 01 e 02, bem como algumas microações que as representam e as PC relacionadas a cada uma delas.

**Quadro 24** – Ações docentes, microações e as PC relacionadas nas aulas dos grupos 01 e 02

<b>Ações docentes</b>	<b>Microações</b>	<b>PC relacionadas</b>
Analisar	Analisa dados provenientes de tabelas com vistas a compreender determinado fenômeno.	PC4
Apresentar	Apresenta modelos, esquemas e representações dos fenômenos estudados.	PC2
Calcular	Calcula valores mediante fórmulas e/ou empregando o raciocínio matemático, contribuindo para explicar ou prever fenômenos.	PC5
Comentar	Comenta aspectos relacionados aos modelos, esquemas e simuladores para explicar ou prever fenômenos.	PC2
	Comenta acerca de uma sistemática investigativa, com observações e evidências que contribuem para responder a uma questão investigativa ou testar hipóteses.	PC3
	Comenta acerca de raciocínios matemáticos necessários para a resolução de cálculos com vistas a responder a algum evento.	PC5
Demonstrar	Demonstra aspectos de modelos por meio de esquemas, simulações e representações com vistas a ajudar no entendimento de fenômenos.	PC2

	Demonstra materiais, reagentes e procedimentos acerca de uma sistemática investigativa com vistas a responder uma questão científica ou testar hipóteses.	PC3
	Demonstra a fórmula utilizada na previsão de fenômenos e relações quantitativas envolvidas.	PC5
Descrever	Descreve detalhes relacionados aos modelos, esquemas e simuladores para explicar ou prever fenômenos.	PC2
	Descreve um planejamento investigativo por meio de procedimentos, materiais com vistas a responder a uma questão investigativa.	PC3
Escrever	Escreve a fórmula matemática, explorando relação entre as variáveis, com vistas a prever determinado fenômeno.	PC5
Explicar	Explica eventos e fenômenos mediante modelos, como esquemas, simuladores, representações e analogias.	PC2
	Explica determinado conceito, observação ou evento mediante uma sistemática investigativa.	PC3
	Explica o uso de fórmulas por meio do raciocínio matemático necessário para a resolução de cálculos e, assim, compreender ou prever fenômenos.	PC5
	Explica determinadas ideias que contribuem para compreender fenômenos ou eventos, por meio de observações e conceitos científicos relacionados.	PC6
	Explica fenômenos ou eventos por meio de argumentos elaborados por meio de raciocínio e evidências.	PC7
	Explica eventos ou fenômenos por meio da comunicação de ideias obtidas a partir de diferentes linguagens usadas pela Ciência.	PC8
Identificar	Identifica dados provenientes de tabelas, reconhecendo determinado padrão ou relações, diante de um evento ou fenômeno.	PC4
Interpretar	Interpreta dados provenientes de tabelas e gráficos reconhecendo padrão, relações ou conflitos, transformando em informações úteis para a compreensão de eventos ou fenômenos.	PC4
Perguntar	Pergunta a respeito de um fenômeno, evento, modelo ou experimento, por meio da observação de padrões, relações ou conflitos.	PC1

**Fonte:** próprio autor

Observa-se, no Quadro 24, que uma mesma prática científica pode estar relacionada a mais de uma ação docente. Por exemplo, a PC2 esteve relacionada às ações apresentar, comentar, demonstrar, descrever e explicar, dependendo da microação executada e do contexto em que está inserida.

A PC1 – Formular perguntas foi identificada em diferentes momentos da aula, ou seja, durante a problematização e na condução das explicações dos conceitos de eletroquímica e termoquímica. A PC2 – Desenvolver e usar modelos foi identificada nos momentos em que foram explorados modelos, representações, analogias, tabelas, simuladores e durante a apresentação dos vídeos dos experimentos, assim como na representação de algumas moléculas dos macronutrientes, evidenciando suas ligações químicas. A PC3 – Planejar e realizar

investigações foi identificada nos momentos de apresentação dos vídeos dos experimentos que nos contextos investigados demonstravam o funcionamento de uma pilha de limão e a energia liberada na combustão de alguns alimentos em um calorímetro construído com caixas de leite. A PC4 – Analisar e interpretar dados foi identificada nos momentos em que os licenciandos fizeram uso de dados contidos em tabelas e rótulos nutricionais analisando, identificando e interpretando informações. A PC5 – Utilizar matemática e o pensamento computacional foi identificada nos momentos em que foram realizados cálculos e o uso do raciocínio matemático para calcular a ddp de uma pilha eletrolítica e a energia liberada por alguns alimentos após a queima. A PC6 – Construir explicações também foi identificada em diversos momentos da aula, quando exploraram a problematização no uso de esquemas, modelos, simuladores, analogias, tabelas, e durante a explicação do experimento. A PC7 – Argumentar a partir de evidências foi identificada apenas nas aulas do grupo 01, mediante a elaboração de argumentos a partir da problematização desenvolvida na oficina temática, envolvendo fenômenos da corrosão. A PC8 – Obter, avaliar e comunicar a informação foi identificada quando os licenciandos respondem às problematizações fazendo uso dos conceitos trabalhados durante a aula, mediante o uso da linguagem científica.

Vale salientar que a maior incidência de microações em ambas as aulas foram perguntar e explicar, ações relacionadas às Práticas Científicas PC1 – Formular perguntas e PC6 – Construir explicações, uma vez que ambas as aulas apresentaram caráter expositivo-dialogado. Os licenciandos utilizaram-se de questões durante toda aula para explicar os conteúdos de eletroquímica e de termoquímica, fazendo uso de recursos variados como modelos, tabelas e vídeos de experimentos. Segundo Dias (2022), o uso de diferentes recursos provoca uma maior incidência de ações docentes, o que acaba por mobilizar ações relacionadas às PC. Neste estudo, foram identificadas 10 ações diferentes nas aulas do grupo 01 e 8 ações diferentes nas aulas do grupo 02.

Desta maneira, uma postura dialógica do docente permite que os alunos participem mais ativamente das atividades propostas, possibilitando maior interação dos alunos, com uma participação efetiva na aula.

Neste sentido, promover discussões nos cursos de formação inicial que discutam organizações de ensino a partir de uma abordagem por meio das Práticas Científicas, pode possibilitar aos futuros professores compreenderem que

muitas de suas ações se assemelham às realizadas pelos cientistas quando investigam os fenômenos científicos, e aos alunos o desenvolvimento do letramento científico, ou seja, uma aprendizagem que inclui uma compreensão do “conteúdo” da ciência, mas também enfatiza a compreensão sobre a natureza da ciência como um empreendimento humano, incluindo o que os cientistas realmente fazem e como o conhecimento é construído na ciência. Uma compreensão interconectada do conteúdo e da natureza da ciência pode apoiar a capacidade de uma pessoa de raciocinar criticamente e tomar decisões informadas, ou seja, servir-se de decisões mais seguras quando a ciência se cruza com sua vida cotidiana.

Neste sentido, as ações identificadas nas aulas nos ajudam a caracterizar as Práticas Científicas, uma vez que de acordo com o NRC (2012), as PC podem ser compreendidas como as principais práticas ou ações que os cientistas utilizam para investigar, construir modelos e teorias sobre o mundo. Desta forma, envolver-se nas Práticas Científicas auxilia os professores e alunos a entenderem como os conhecimentos científicos se desenvolvem, fornecendo condições para a apreciação de múltiplas abordagens para investigar, modelar e compreender o mundo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As Práticas Científicas (PC) correspondem a uma das três dimensões da aprendizagem científica apresentadas no NRC (2012), com aplicações e explicações ampliadas por meio do NGSS (2013) e por pesquisadores como Osborne (2014), Duschl e Bybee (2014), entre outros. As Práticas Científicas são atividades cognitivas, discursivas e sociais ocorridas nas aulas de ciências que visam a potencializar a compreensão epistêmica e a apreciação da natureza da ciência e incluem, entre outras atividades: abordar questões, desenvolver e usar modelos, engajar-se em argumentos, construir e comunicar explicações baseadas em evidências (Adams *et al.*, 2018).

Desta forma, as PC fornecem um meio não apenas para orientar os processos de ensino e aprendizagem em ciências, mas também para apoiar os professores e os alunos no desenvolvimento da compreensão sobre como a ciência se desenvolve.

A respeito da ação docente, Arruda e Passos (2017) explicitam as relações envolvidas entre os diferentes atores no triângulo didático-pedagógico, estendendo sua compreensão para caracterizar algumas ações, como a ação docente, assumindo que o ator principal é o professor, bem como a sua ação e seus efeitos no triângulo; ação discente, assumindo que o ator principal é o estudante e a sua ação e seus efeitos no triângulo; e a ação do saber, quando o foco de observação do pesquisador é algo que orienta o funcionamento do triângulo, como um conteúdo a ser ensinado, ou objetivos de ensino ou de aprendizagem.

Nossa problemática de investigação voltou-se para a caracterização das PC por meio da descrição das ações docentes observadas na execução de aulas de Química ministradas por licenciandos em situação remota. Para tal, os dados foram coletados em uma disciplina ministrada para uma turma do segundo ano do curso de licenciatura em Química, da qual participaram 11 licenciandos. A disciplina foi ministrada de forma remota, por conta da pandemia provocada pela COVID-19.

A disciplina em questão apresentava uma carga horária de 72 horas, e foi realizada parcialmente de forma síncrona, via plataforma do *Google Meet*, e parcialmente de forma assíncrona, pelo *Google Classroom*. Ao longo da disciplina foram propostas 10 atividades, sendo quatro realizadas na fase I (destinadas ao aprofundamento teórico dos referenciais que fundamentaram as oficinas temáticas) e

seis atividades realizadas na fase II (voltadas ao planejamento e execução das oficinas temáticas).

Nesta pesquisa, buscamos responder à seguinte questão de investigação: Quais ações docentes são evidenciadas em aulas de Química ministradas por licenciandos no Ensino Médio e quais delas estão relacionadas com as PC? Para tal, selecionamos como *corpus* da investigação os vídeos das regências realizadas por dois grupos de licenciandos.

Nas aulas do grupo 01 foram identificadas 22 ações docentes diferentes, tais como: agradecer, almejar, apresentar, calcular, comentar, confirmar, conversar, cumprimentar, demonstrar, descrever, despedir, elogiar, escrever, explicar, identificar, incentivar, interpretar, ler, mostrar, pedir, perguntar e responder.

Ao analisar as ações docentes do grupo 01, evidenciamos que 10 delas apresentavam microações relacionadas às Práticas Científicas, sendo elas: apresentar, calcular, comentar, demonstrar, descrever, escrever, explicar, identificar, interpretar e perguntar.

Os licenciandos, ao conduzirem a aula a respeito do conteúdo de eletroquímica, realizaram várias perguntas para conduzir a aula (PC1) – ação perguntar; empregaram modelos, analogias e simulações para conduzir as explicações e aprofundar a compreensão dos fenômenos (PC2) – ações apresentar, comentar, demonstrar, descrever e explicar. Os licenciandos também planejaram e demonstraram um vídeo de um experimento científico, que demonstrava o funcionamento de uma pilha de limão (PC3) – ação demonstrar. Analisaram e interpretaram dados contidos em tabelas de potenciais padrão de redução (PC4) – ações identificar e interpretar; exploraram o raciocínio matemático nos cálculos de ddp (PC5) – ações calcular, escrever e explicar; e explicaram, em vários momentos da aula, diversos conceitos de eletroquímica (PC6) – ação explicar. Com a ajuda do experimento e das representações, elaboraram argumentos baseados em evidências científicas para auxiliar nas explicações das regiões anódicas e catódicas envolvidas no processo de corrosão (PC7) – ação explicar; e também comunicaram aos alunos as principais ideias científicas que contribuem para o entendimento do fenômeno investigado, neste caso, a maresia (PC8) – ação explicar.

Nas aulas do grupo 02 foram identificadas 20 ações docentes distintas realizadas pelas licenciandas ao longo das duas aulas, tais como: agradecer, almejar, analisar, apresentar, calcular, comentar, confirmar, conversar, cumprimentar,



demonstrar, descrever, despedir, elogiar, explicar, identificar, ler, mostrar, pedir, perguntar e responder.

Ao analisar as ações docentes do grupo 02, evidenciamos que 8 delas apresentaram microações relacionadas às Práticas Científicas, a saber: analisar, calcular, comentar, demonstrar, descrever, explicar, identificar e perguntar.

As licenciandas, ao conduzirem a aula sobre o conteúdo de termoquímica, utilizaram-se de várias perguntas para conduzir a aula (PC1) – ação perguntar; fizeram uso de vídeos e imagens para conduzir a explicação e aprofundar a compreensão a respeito das ligações químicas e da energia envolvida na queima dos alimentos (PC2) – ações demonstrar e explicar. As licenciandas planejaram e demonstraram um vídeo de um experimento científico para evidenciar a relação entre os macronutrientes e a energia contidas nos alimentos (PC3) – ações comentar, demonstrar, descrever e explicar. Analisaram e interpretaram tabelas com dados do experimento e de rótulos nutricionais (PC4) – ações analisar e identificar; exploraram o raciocínio matemático nos cálculos de caloria dos alimentos (PC5) – ações calcular, comentar e explicar; e explicaram, em vários momentos da aula, diversos conceitos de termoquímica (PC6) – ação explicar. As licenciandas também comunicaram e avaliaram ideias acerca da problematização proposta, por meio da compreensão dos conceitos abordados, fazendo uso da linguagem científica (PC8) – ação docente explicar.

Considerando as aulas analisadas dos grupos 01 e 02, de acordo com o contexto desta investigação, cada uma das Práticas Científicas pode ser caracterizada por meio de algumas ações e microações docentes. A PC1 – Fazer perguntas foi identificada desde o momento da problematização para nortear a explicação e/ou no uso de esquemas, tabelas, simulação e experimentos, mediante a ação docente perguntar. A PC2 – Desenvolver e usar modelos foi identificada em situações em que os licenciandos exploraram recursos visuais como modelos, analogias, representações e simuladores, possibilitando uma maior visualização dos fenômenos estudados, e isso ocorreu mediante as ações docentes: apresentar, comentar, demonstrar, descrever e explicar. A PC3 – Planejar e realizar investigações foi identificada em situações em que os licenciandos comentaram, demonstraram, descreveram e explicaram experimentos a partir de vídeos gravados por eles em momentos anteriores às aulas, buscando envolver os alunos em uma sistemática investigativa, mediante as ações docentes: comentar, demonstrar, descrever e

explicar. A PC4 – Analisar e interpretar dados foi identificada em situações em que os licenciandos utilizaram-se de tabelas (de potenciais de redução, com os resultados do experimento da combustão dos alimentos e os rótulos nutricionais) para analisar, identificar e interpretar informações e responder a alguns problemas propostos em sala de aula, mediante as ações docentes: analisar, identificar e interpretar. A PC5 – Utilizar matemática e o pensamento computacional foi identificada em situações em que os licenciandos utilizaram-se do raciocínio matemático ou de relações quantitativas para efetuar cálculos relacionados à ddp de uma pilha eletrolítica ou quando calcularam a energia envolvida na queima de alguns alimentos. As ações evidenciadas nestas situações foram calcular, comentar, escrever e explicar. A PC6 – Construir explicações foi identificada em situações em que os licenciandos explicaram determinados eventos aplicando teorias científicas que incorporam a compreensão atual da Ciência, mediante a ação docente explicar. A PC7 – Argumentar a partir de evidências foi identificada em situações ocorridas na aula do grupo 01, quando os licenciandos utilizaram-se de evidências para discutir o problema da corrosão, mediante a ação docente explicar. A PC8 – Obter, avaliar e comunicar informações foi identificada em situações que os licenciandos conduziram suas explicações para responderem à problematização inicial, acerca do processo de corrosão e a maresia (grupo 01) e em relação à energia dos alimentos e à “escolha adequada de José” (grupo 02), mediante a ação docente explicar.

A PC7 foi identificada somente na regência do grupo 01, uma vez que os licenciandos conseguiram, mediante os recursos utilizados, elaborar argumentos que respondessem a problemática inicial (maresia). A oficina temática foi planejada para ser executada em duas horas aulas, possivelmente, este tempo tenha influenciado na baixa incidência de microações relacionadas à essa PC. Além disso, as aulas foram realizadas no formato remoto e em período de pandemia, contexto que limitou as interações entre professor e estudantes.

Dessa forma, buscamos caracterizar as PC por meio da descrição das ações e microações docentes observadas na execução de aulas de Química ministradas por licenciandos em situação remota. Mediante as análises, constatamos que uma mesma prática científica pode estar relacionada a mais de uma ação, o que é especificado pela microação. As estratégias de ensino e os recursos adotados pelo professor podem favorecer um maior ou menor número de ações e, conseqüentemente, sua relação com as Práticas Científicas.

Vale salientar que a prática docente é composta por diferentes ações, algumas delas, como identificadas nesta pesquisa, estão relacionadas às PC, outras por sua vez, não apresentam características epistêmicas e estão mais relacionadas às relações pessoais e sociais estabelecidas com os alunos e/ou com o conteúdo proposto, por meio da gestão de conteúdo ou da classe.

Documentos recentes que discutem a educação científica (NRC, 2007, 2012) destacam as Práticas Científicas como uma abordagem para o desenvolvimento da alfabetização científica dos alunos. Essa alfabetização inclui uma compreensão do conteúdo da ciência, mas também enfatiza a compreensão dos alunos sobre a natureza da ciência como um empreendimento humano, incluindo o que os cientistas realmente fazem e como o conhecimento é construído na ciência. Uma compreensão interconectada do conteúdo e da natureza da ciência pode favorecer o pensamento crítico e a tomada de decisões quando aspectos da ciência se cruzam com a vida cotidiana.

Levando em consideração a formação de professores, em especial, a formação inicial, as PC mostraram ser importantes ao serem utilizadas em uma das disciplinas, possibilitando aos licenciandos uma nova forma de orientar o ensino e a aprendizagem em Química, concretizadas por meio do planejamento das aulas, e a sua execução, com as regências. Nesse sentido, os professores em formação precisam de apoio para ensinar ciências usando uma abordagem baseada em práticas e, para isso, os cursos de licenciatura precisam possibilitar que os futuros professores leiam, discutam e se envolvam em Práticas Científicas na formação inicial.

A compreensão dos professores sobre as Práticas Científicas pode ser aprimorada quando eles estão ativamente engajados em um processo de aprendizagem inovador por meio de uma abordagem que serve como modelo metodológico para ensinar, diferente daquela vivenciada quando eles foram ensinados.

Formar professores para promover as Práticas Científicas exige, antes, que eles experimentem as práticas como alunos para poder ensiná-las em sala de aula, ou seja, fazê-los refletir sobre o funcionamento das PC e as vantagens de aprender ciências, implementando-as.

Destacamos, também, os desafios que a compreensão das Práticas Científicas representam para os professores de formação inicial. Muitas vezes os

professores são capazes de identificar as Práticas Científicas em diferentes situações, mas apresentam dificuldades em implementá-las em sala de aula. Como observado nos dados desta pesquisa, o conteúdo abordado, as estratégias e recursos didáticos adotados pelo professor oferecem oportunidades para dar sentido a algumas práticas, mais que outras.

Como contribuições da pesquisa, destacamos que a abordagem baseada nas Práticas Científicas pode possibilitar aos professores em formação e aos professores em exercício compreenderem que muitas de suas ações se aproximam daquelas realizadas pelos cientistas, e que o objetivo da educação em ciências é mais do que conhecer ideias científicas, mas desenvolvê-las e usá-las como ferramentas para dar sentido ao mundo.

Para o EDUCIM, em especial aos pesquisadores do grupo que fazem parte do PROAÇÃO – Programa de Pesquisa que investiga as ações docentes, discentes e suas conexões, esta pesquisa busca contribuir com mais uma possibilidade de investigar as ações docentes e, a partir delas, caracterizar as Práticas Científicas.

Como perspectivas futuras, pretendemos analisar outros dados coletados e que não foram explorados nesta pesquisa, buscando investigar as ações planejadas nos planos de aula dos grupos, as Práticas Científicas indicadas e compará-las com as ações executadas; investigar as ações discentes e o quanto elas se relacionam às Práticas Científicas.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, J. *et al.* **The role of science education in a changing world**. Netherlands: Lorentz Center Leiden, 2018.
- ALMEIDA, F. G.; ARRIGO, V.; BROIETTI, F. C. D. Relatos de pós-graduandos em ensino de ciências e educação matemática a respeito de aspectos da formação em tempos de pandemia. **Revista Docência Ensino Superior**, Belo Horizonte, v. 10, p. 1-21, 2020.
- ANDRADE, E. C. **Um estudo das ações de professores de matemática em sala de aula**. 2016. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.
- ANDRADE, E. C.; ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M. Descrição da ação docente de professores de Matemática por meio da observação direta da sala de aula. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 349-368, 2018.
- ANDRADE, V.; FREIRE, S.; BAPTISTA, M. Constructing scientific explanations: a system of analysis for students' explanations. **Research in Science Education**, [S. l.], v.49, n.3, p. 787– 807, 2019.
- ANDRÉ, M. E. D. A. Formação de professores: a constituição de um campo de estudos. **Educação**, Porto Alegre, v. 33, n. 3, p. 174-181, 2010.
- ARRUDA, S. M. **Entre a inércia e a busca**: reflexões sobre a formação em serviço de professores de Física do ensino médio. 2001. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- ARRUDA, S. M.; LIMA, J. P. C.; PASSOS, M. M. Um novo instrumento para a análise da ação do professor em sala de aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 139-160, 2011.
- ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M.; FREGOLENTE, A. Focos da aprendizagem docente. **Alexandria**, Florianópolis, v. 5, n. 3, p. 25-48, nov. 2012.
- ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M.; PIZA, C. A. M.; FELIX, R. A. B. O aprendizado científico no cotidiano. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n. 2, p. 481-498, 2013.
- ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M. Instrumentos para a análise da relação com o saber em sala de aula. **REPPE**, Cornélio Procópio, v. 1, n. 2, p. 95-115, 2017.
- ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M.; BROIETTI, F. C. D. O programa de pesquisa sobre a ação docente, ação discente e suas conexões (PROAÇÃO): fundamentos e abordagens metodológicas. **REPPE**, Cornélio Procópio, v. 5, n. 1, p. 215-246, 2021.
- ASSAI, N. D. S. **Um estudo das ações pretendidas e executadas por licenciandos em química no estágio supervisionado**. 2019. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BATISTA, I. L.; SALVI, R. F.; LUCAS, L. B. Modelos científicos e suas relações com a epistemologia da ciência e a educação científica. In: ENPEC, 2011, Campinas. **Atas**, Campinas, 2011.

BEGO, A. M. A implementação de unidades didáticas multiestratégicas na formação inicial de professores de química. **TEXTOS FCC**, São Paulo, v. 50, p. 1-148, 2016.

BEZERRA, R. J. L. A prática educativa a partir dos seus saberes: refletindo sobre os saberes curriculares e saberes experiências docentes a partir de Tardif, seus colaboradores e seus comentadores. **Revista Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica**, Recife, v. 3, n. 1, p. 103-120, 2017.

BIANCONI, M. L.; CARUSO, F. Educação não formal. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 57, n. 4, p. 20, 2005.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Portugal: Porto, 1994.

BORGES, L. C. S. **Um estudo das ações docentes em aulas de química no ensino médio**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

BORTOLOCI, N. B. **Um estudo das ações docentes em aulas de ciências do 9º ano do ensino fundamental**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica**. 2017. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base**. Brasília, 2018. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2020.

BROIETTI, F.C. D; BARRETO, R. G. B. Formação inicial de professores de química: a utilização dos relatórios de observação de aulas como instrumentos de pesquisa. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 181-190, 2011.

BROIETTI, F.C. D; NORA, P. D. S. N.; COSTA, S. L. R. Dimensions of science learning: a study on PISA test questions involving chemistry content. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 21, n. 1, p. 95-115, 2019.

CACHAPUZ, A., GIL-PEREZ, D., CARVALHO, A. M. P., PRAIA, J. VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARMEL, J. H. *et al.* Helping Students to “Do Science”: Characterizing Scientific Practices in General Chemistry Laboratory Curricula. **Jornal Chemistry Education**, v. 96, p. 423-434, 2019.

CARVALHO, W. **Estudo da intervenção do professor formador nas ações dos licenciandos em química**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

CASTRO, P. A. P. P.; TUCUNDUVA, C. C.; ARNS, E. M. A importância do planejamento das aulas para organização do trabalho do professor em sua prática docente. **ATHENA**, v. 10, n. 10, p. 49-62, 2008.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, E. M. B. Os recursos didáticos na educação especial. **Revista Benjamin Constant**, 15. ed., 2000.

CHEN, Y.; STEENHOEK, J. E Arguing Like a Scientist: Engaging Students in Core Scientific Practice. **The American Biology Teach**, [S. l.], v. 76, n. 4, p. 231-237, 2014.

COSTA, S. L. R.; BROIETTI, F. C. D. B.; OBARA, C. E. Identifying scientific practices in a science, technology and society themed workshop, **Acta Didactica Napocensia**, v. 14, n. 2, p. 181-193, 2021.

COSTA, S. L. R. **Práticas científicas no ensino de ciências: características, compreensões e contextos das publicações**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

DIORAMA. *In*: MICHAELIS Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. São Paulo: Melhoramentos, 2020. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/diorama/>. Acesso em: 20 ago. 2020.

DIAS, M. P. **As ações de professores e alunos em salas de aula de matemática: categorizações e possíveis conexões**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

DIAS, M. P. **Ações docentes e discentes em aulas de matemática no Ensino Fundamental: uma abordagem a partir do campo da formação de professores**. 2022. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2022.

DUSCHL, R. A.; BYBEE, R. W. Planning and carrying out investigations: an entry to learning and to teacher professional development around NGSS science and engineering practices. **International Journal of STEM Education**, [S. l.], v.1, n. 12, p. 1-9, 2014.

EC – EUROPEAN COMMISSION. **Report to the european commission of the expert group on science education**, science education for responsible citizenship, Luxembourg, 2015.

EDUCIM - EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA. **Grupo de Pesquisa Educação em Ciências e Matemática (UEL/CNPq)**. [Londrina: UEL, 2021]. Disponível em: <http://educim.com.br/>. Acesso em: 10 ago. 2021.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FRANCISCO JUNIOR, W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA**, [S. l.], n. 30, p. 34-41, 2008.

GAUTHIER, C.; MARTINEAU, S.; DESBIENS, J. F.; MALO, A.; SIMARD, D. **Por uma teoria da pedagogia**: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Ijuí: Unijuí, 2006

GARCIA, C. M. **Formação de professores**, para uma mudança educativa. Portugal: Porto, 1999.

GIL PEREZ, D. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

HOUSEAL, Ana K. A visual representation of three dimensional learning: a model for understanding the power of the framework and the NGSS. **Electronic Journal of Science Education**. [S. l.], v. 20, n. 9, p. 01-07, 2016.

JIMENEZ-LISO, M. R. *et al.* Scientific practices in teacher education: the interplay of sense, sensors, and emotions. **Research in Science & Technological Education**, [S. l.], v. 39, n. 1, p. 44–67, 2021.

KE, L. *et al.* Developing and using multiple models to promote scientific literacy in the context of socio-scientific issues. **Science & Education**, [S. l.], v. 30, p. 589-607, 2021.

LIMA, K. P. O. C.; BROIETTI, F. C. D.; LIMA, J. P. C. As dimensões da aprendizagem científica em aulas remotas de Química utilizando vídeos de experimentos científicos. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, Cascavel, v. 6, n. 3, p. 401–427, 2022. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/rebecem/article/view/29307>. Acesso em: 6 abr. 2023.

LOURENÇO, G. C. **Um estudo das ações docentes relacionadas ao uso de recursos didáticos em aulas da Licenciatura em Ciências Biológicas**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **EN EXTENSÃO**, Uberlândia, v. 7, p. 67-77, 2008.

MAULANA, G. M. **Ações docentes com características avaliativas em aulas de Matemática no Ensino Secundário Geral moçambicano**. 2022. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2022.

MENEGUETE, H. S.; TURKE, N. H.; PASSOS, M. M.; ARRUDA, S. M. Articulações entre intenção e ação docente: uma perspectiva da intencionalidade compartilhada. **Ensino e Tecnologia em Revista**, Londrina, v. 7, n. 1, p. 28-42, 2023.



MILARÉ, T., RICHETTI, G. P.; FILHO, J. P. A. Alfabetização científica no ensino de química: uma análise dos temas da seção química e sociedade da Revista Química Nova na Escola. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA**, [S. l.], v. 31, n. 3, p. 165-171, ago. 2009.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas**. Committee on Conceptual Framework for the New K-12 Science Education Standards, 2012. 320p. Disponível em: <http://www.nap.edu/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts> Acesso em: 20 ago. 2021.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Learning Science in Informal Environments: People, Places and Pursuits**. Committee on Learning Science in Informal Environments: Washington, D.C. 2009. 352p. Disponível em: <<http://www.nap.edu/catalog/12190/learning-science-in-informal-environments-people-places-and-pursuits>>. Acesso em: 11 maio 2020.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8**. Committee on Science Learning, Kindergarten Through Eighth Grade. Washington, DC: The National Academies, 2007. Disponível em: <<http://www.nap.edu/catalog/11625.html>>. Acesso em: 11 maio 2020.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **National Science Education Standards**. Washington, DC: National Academy, 1996. 272p. Disponível em: <<http://www.nap.edu/catalog/4962/national-science-education-standards>>. Acesso em: 26 maio 2020.

NGSS - NEXT GENERATION SCIENCE STANDARD. **APPENDIX F: Science and Engineering Practices in the NGSS**. Standards based on A Framework for K-12 science Education. 33p. 2013. Disponível em: <<https://www.nextgenscience.org/sites/default/files/Appendix%20F%20%20Science%20and%20Engineering%20Practices%20in%20the%20NGSS%20-%20FINAL%20060513.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2021.

NORA, P. D. S. **As dimensões da aprendizagem científica em questões do PISA que abordam conteúdos químicos**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

NORA, P. D. S.; BROIETTI, F. C. D. B. Um estudo das questões de Ciências do PISA: analisando os conceitos transversais, **Actio**, Curitiba, v. 1, n.1, p. 1-20, 2017.

NORA, P. D. S.; BROIETTI, F. C. D. B. Um estudo das práticas científicas em questões do PISA, **Revista Eletrónica de Investigación en Educacion en Ciencias**, [S. l.], v. 13, n.1, p. 1-14, 2018.

NORA, P. D. S.; BROIETTI, F. C. D. B. Prática científicas identificadas nas ações docentes em aulas de química do ensino médio, **REXE**, Santiago, v. 21, n. 46, p. 183-208, 2022.

OECD - Organization for Economic Co-Operation and Development. **Matriz de avaliação de ciências**. Tradução do documento: PISA 2015 Draft Science Framework, 2013. Traduzido por Lenice Medeiros – Daeb/Inep.

OSBORNE, J. Teaching scientific practices: meeting the challenge of change. **The Association for Science Teacher Education**, [S. l.], v. 25, p. 177-196, 2014.

PASSOS, M. M. **O professor de matemática e sua formação**: análise de três décadas da produção bibliográfica em periódicos na área de Educação Matemática no Brasil. 2009. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.

PEREIRA, J. E. D. As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente. **Educação & Sociedade**, [S. l.], v. XX, n. 68, p. 109-125, 1999.

PIMENTA, S. G. Formação de professores: saberes da docência e identidade do professor, **Nuances**, São Paulo, v. 3, p. 05-14, set., 1997.

PIRATELO, M. V. M. **Um estudo sobre as ações docentes de professores e monitores em um ambiente integrado de 1º ciclo em Portugal**. 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

RAIMUNDO, J. A.; FAGUNDES, M. C. V. Estado da arte sobre a formação de professores entre 2001 e 2016: um olhar sobre a produção brasileira a partir do portal de periódicos CAPES/MEC. **Roteiro**, Joaçaba, v. 43, n. 3, p. 891-918, 2018.

RHEA, V. C. **Ações docentes remotas de professores que ensinam Matemática no Ensino Superior**. 2022. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2022.

RICKETTS, A. Preservice elementary teachers ideas about scientific practices. **Science & Education**, [S. l.], v. 23, p. 2119–2135, 2014.

ROSENBERG, J.; EDWARDS, A; CHEN, B. Getting messy with data: tools and strategies to help students analyze and interpret complex data sources. **The Science Teacher**, knoxville, v. 87, n.5, p. 30-34, 2020.

SANTANA, U. S.; SEDANO, L. Estruturação de perguntas no ensino de Ciências por investigação: uma proposta visando a alfabetização científica. **ALEXANDRIA**, Florianópolis, v. 16, n.1, p. 207-234, 2023.

SANTOS, R. S. **Um estudo sobre as ações docentes em sala de aula em um curso de licenciatura em química**. 2019. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

SANTOS, W. L. P. **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Editora UnB, 2013.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SCHÖN, D. *Formar professores como profissionais reflexivos*. In: NÓVOA, A. (org.). **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1997, p. 77-91.

SILVA, C. S.; OLIVEIRA, L. A. A. Formação inicial de professores de química: formação específica e pedagógica. In: NARDI, R. (Org.). *Ensino de ciências e matemática I: temas sobre a formação de professores*. São Paulo: **Editora Unesp/Cultura Acadêmica**, 2009, p. 43-57.

SOUZA, F. L., AKAHOSHI, L. H., MARCONDES, M. E.R., CARMO, M. P. **Atividades experimentais no ensino de química**. Cetec Capacitações, São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2013.

STEPHENSON, N. S. *et al.* Development and validation of scientific practices assessment tasks for the general chemistry laboratory. **Journal of Chemical Education**, v. 97, p. 884–893, 2020.

STORYBOARD. In: MICHAELIS Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. São Paulo: Melhoramentos, 2020. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/storyboard/>. Acesso em: 20 ago. 2020.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

TURKE, N. H. **Um estudo das ações docentes em aulas de ciências nos anos finais do ensino fundamental**. 2020. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA**, [S. l.], v. 35, n. 2, p. 84-91, maio, 2013.

WILKERSON, M. H.; FENWICK, M. The practice of using mathematics and computational thinking. In: SCHWARZ; C. V.; PASSMORE, C.; REISER, B. J. (Org.). *Helping students make sense of the world using next generation science and engineering practices*. Arlington: **National Science Teachers' Association Press**, 2016, p. 1-19.