

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

SIMONE CRISTINA INCOTE

**UNIDADE DE APRENDIZAGEM SOBRE CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO NA
PERSPECTIVA DA PESQUISA EM SALA DE AULA: ALGUMAS
COMPREENSÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

CURITIBA

2023

SIMONE CRISTINA INCOTE

**UNIDADE DE APRENDIZAGEM SOBRE CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO NA
PERSPECTIVA DA PESQUISA EM SALA DE AULA: ALGUMAS
COMPREENSÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

**Learning unit on Stoichiometric Calculation from the perspective of classroom
research: some understandings of high school students**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática ao Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Profa. Dra. Fabiana Pauletti.

Coorientador: Prof. Dr. Marcus Eduardo Maciel Ribeiro.

CURITIBA

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Curitiba



SIMONE CRISTINA INCOTE

UNIDADE DE APRENDIZAGEM SOBRE CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO NA PERSPECTIVA DA PESQUISA EM SALA DE AULA: ALGUMAS COMPREENSÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Ciências E Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ensino, Aprendizagem E Mediações.

Data de aprovação: 22 de Setembro de 2023

Dra. Fabiana Pauletti, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Ehrick Eduardo Martins Melzer, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Lorita Aparecida Veloso Galle, Doutorado - Faculdades Integradas de Taquara (Faccat)

Dr. Marcus Eduardo Maciel Ribeiro, Doutorado - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense (Ifsul)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 28/11/2023.

AGRADECIMENTOS

Gratidão é a melhor palavra para iniciar esta seção. Gratidão a todos que contribuíram para a realização desta pesquisa.

Em primeiro lugar, gratidão a Deus, cuja presença constante em minha vida me deu forças para que eu não desanimasse e inspiração durante todo esse percurso acadêmico.

À minha família, especialmente à minha mãe: peço perdão pela ausência em tantos momentos. Gratidão por seu amor incondicional, paciência e encorajamento ao longo desta jornada. Obrigada, pai, de onde quer que você esteja, sei que me aplaude. Aos meus irmãos, cunhadas e sobrinhos, gratidão por serem parte desta história.

Aos meus orientadores, gratidão pelo tempo e conhecimento dedicados às correções e pela confiança que depositaram em mim. Obrigada por me guiarem neste trajeto e por acreditarem no meu potencial.

À UTFPR, especialmente ao PPGFCET, que me acolheu nesta jornada, obrigada pelo conhecimento compartilhado.

À banca avaliadora, gostaria de agradecer pela disponibilidade em fazer parte deste processo, pela leitura atenta, pelos valiosos comentários e sugestões que enriqueceram e contribuíram para o aprimoramento da minha pesquisa.

Aos amigos, tanto os presentes como os que já não estão mais aqui, colegas de trabalho e estudantes que colaboraram com minha pesquisa, gratidão por compartilharem seus conhecimentos e experiências. Gratidão especial à Carol pelos áudios de incentivo e mensagens de apoio, pelas referências e pela paciência.

Enfim, expresso minha gratidão a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para minha jornada no Mestrado. Seja com uma palavra amiga, encorajamento, apoio emocional ou qualquer forma de suporte, vocês foram uma fonte de inspiração e motivação constantes.

A todos os mencionados, e a todos aqueles que possam ter sido inadvertidamente esquecidos, gratidão sempre.

“Fazendo pesquisa educo e estou me educando com os grupos populares. Voltando à área para pôr em prática os resultados da pesquisa, não estou somente educando ou sendo educado; estou pesquisando outra vez. No sentido aqui descrito, pesquisar e educar se identificam em um permanente e dinâmico movimento”
(FREIRE, 1983, p. 36).

RESUMO

O ensino do Cálculo Estequiométrico no componente curricular de Química do Ensino Médio concentra alguns desafios por se tratar de um conteúdo em que os estudantes apresentam dificuldades de aprendizagem e em relacioná-lo com a realidade. A questão desta investigação é: De que modo as ações desenvolvidas no âmbito de uma Unidade de Aprendizagem sobre Cálculo Estequiométrico, na perspectiva da Pesquisa em Sala de Aula, são compreendidas por estudantes do 2º ano do Ensino Médio? Já o objetivo geral consiste em identificar as compreensões dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio em torno das ações desenvolvidas em uma Unidade de Aprendizagem elaborada sob a perspectiva da Pesquisa em Sala de Aula sobre Cálculo Estequiométrico. Esta investigação é de natureza qualitativa, do tipo participante e foi realizada mediante o uso da proposta de ensino Pesquisa em Sala de Aula, por meio de uma Unidade de Aprendizagem sobre Cálculo Estequiométrico, no ano de 2022, com 34 estudantes do 2º ano do Ensino Médio, em uma escola pública da cidade de Curitiba, no estado do Paraná. O *corpus* da pesquisa foi construído a partir de relatos de aula, questionários, diários de campo da pesquisadora e materiais produzidos pelos estudantes. A Análise Textual Discursiva foi empregada como metodologia de análise do *corpus* da pesquisa. Como resultado, emergiram três categorias: i) Aprendizagem dos estudantes na prática e suas relações com a teoria, sobre as percepções e relações que os estudantes fizeram entre a prática e a teoria; ii) As perguntas dos estudantes nas atividades com Pesquisa em Sala de Aula, sobre as razões pelas quais alguns estudantes não fazem perguntas ou os tipos de perguntas que fazem; e iii) Dificuldades enfrentadas pelos estudantes no decorrer da Unidade de Aprendizagem, sobre as dificuldades conceituais, de atenção e concentração e no trabalho em grupo. Ressalta-se que as categorias sinalizam que os estudantes tiveram algumas compreensões em torno das ações desenvolvidas na Unidade de Aprendizagem, sendo que consideram que elas favoreceram seus aprendizados, protagonismos e os desafiaram a lidar com várias dificuldades encontradas durante o percurso da construção de conhecimentos sobre Cálculo Estequiométrico.

Palavras-chave: Cálculo Estequiométrico; Química; Pesquisa em Sala de Aula; Unidade de Aprendizagem.

ABSTRACT

The teaching of Stoichiometric Calculus in the High School Chemistry curricular component presents some challenges because it is content in which students struggle to learn and relate to reality. The question of this investigation is: How are the actions developed within the scope of a Learning Unit on Stoichiometric Calculation, from the perspective of Classroom Research, understood by students in the 2nd year of High School? The general objective is to identify the understandings of 2nd-year high school students around the actions developed in a Learning Unit prepared from the perspective of Classroom Research on Stoichiometric Calculation. This investigation is qualitative in nature participant type and was carried out using the teaching proposal Classroom Research through a Learning Unit on Stoichiometric Calculation, in the year 2022, with 34 students from the 2nd year of Education High school in a public school in the city of Curitiba, in the state of Paraná. The research corpus was constructed from class reports, questionnaires, the researcher's field diaries, and materials produced by the students. Discursive Textual Analysis was used as a methodology for analyzing the research corpus. As a result, three categories emerged: i) Student learning in practice and its relationships with theory, on the perceptions and relationships that students made between practice and theory; ii) Questions from students in Classroom Research activities about the reasons why some students do not ask questions or the types of questions they ask; and iii) Difficulties faced by students during the Learning Unit, regarding conceptual difficulties, attention, and concentration and group work. Notably, the categories indicate that the students had some understanding regarding the actions developed in the Learning Unit, and they considered that they favored their learning, protagonism and challenged them to deal with various difficulties encountered while building knowledge about Stoichiometric Calculation.

Keywords: Stoichiometric Calculation; Chemical; Classroom Research; Learning Unit.

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 - Habilidades da competência 3 da BNCC27
- Quadro 2 - Organização das unidades temáticas30
- Quadro 3 - Identificação dos participantes pelos elementos químicos55
- Quadro 4 - Composição das categorias com os participantes da pesquisa66
- Quadro 5 - Atividades sobre normas e materiais69
- Quadro 6 - Relatos sobre aula na UTFPR70
- Quadro 7 - Questionários sobre experimentos71
- Quadro 8 - Exercícios da aula72
- Quadro 9 - Cronograma para seminário-comunicação dos experimentos74
- Quadro 10 - Cronograma para comunicação das categorias75
- Quadro 11 - Materiais produzidos nas comunicações75
- Quadro 12 - Síntese das atividades da Unidade de Aprendizagem77
- Quadro 13 - Questionário com líderes de grupo78
- Quadro 14 - Unidades de sentido, categorias e subcategorias80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Código alfanumérico explicado28

Figura 2 - Momentos da Pesquisa em Sala de Aula39

Figura 3 - Visualização do LRCO57

Figura 4 - Sala de aula da turma na plataforma *Google Classroom*64

Figura 5 - Categorias dos grupos para Pesquisa em Sala de Aula66

Figura 6 - Materiais para estudo pré-laboratório69

Figura 7 - Materiais produzidos para as comunicações77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|---|
| ATD | Análise Textual Discursiva |
| AVA | Ambiente Virtual de Aprendizagem |
| BNCC | Base Nacional Comum Curricular |
| CAA | Setor de Articulação Acadêmica |
| CEP | Comitê de Ética em Pesquisa |
| CEEP | Centro Estadual de Educação Profissional de Curitiba |
| CLT | Consolidação das Leis Trabalhistas |
| CNT | Ciências da Natureza e suas Tecnologias |
| CTS | Ciência, Tecnologia e Sociedade |
| DAQBI | Departamento Acadêmico de Química e Biologia |
| EM | Ensino Médio |
| ETA | Estação de Tratamento de Água |
| FGB | Formação Geral Básica |
| GSuite | <i>Google Suite for Education</i> |
| IF | Itinerários Formativos |
| LDB | Lei de Diretrizes e Bases |
| LRCO | Livro Registro de Classe <i>On-line</i> |
| MEC | Ministério da Educação |
| NRE | Núcleo Regional de Educação |
| PE | Produto Educacional |
| PPGFCET | Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica |
| RCEP | Referencial Curricular do Estado do Paraná |
| SANEPAR | Companhia de Saneamento do Paraná |
| SEED-PR | Secretaria Estadual de Educação do Paraná |
| TALE | Termo de Assentimento |
| TEA | Transtorno do Espectro Autista |
| TCLE | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido |
| TCUISV | Termo de Consentimento para Uso de Imagem e Som de Voz |
| TDIC | Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação |

| | |
|-------|--|
| UA | Unidade de Aprendizagem |
| UFPR | Universidade Federal do Paraná |
| UTFPR | Universidade Tecnológica Federal do Paraná |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 | APRESENTAÇÃO PESSOAL E DOS ANSEIOS DA INVESTIGAÇÃO | 16 |
| 2 | A PESQUISA NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DE QUÍMICA..... | 22 |
| 2.1 | Documentos norteadores da Química no Ensino Médio..... | 23 |
| 2.1.1 | O componente curricular de Química e suas particularidades..... | 26 |
| 2.1.2 | Ensino de Cálculo Estequiométrico | 33 |
| 2.2 | As implicações do ensinar e do aprender: o uso da pesquisa..... | 34 |
| 2.3 | Pesquisa em Sala de Aula: uma proposta de ensino | 39 |
| 2.3.1 | Unidade de Aprendizagem (UA): uma forma de desenvolver a pesquisa..... | 45 |
| 2.4 | <i>Google Classroom</i>: um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) como meio de interação | 49 |
| 3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS..... | 52 |
| 3.1 | Caracterização da pesquisa..... | 52 |
| 3.2 | Questão e objetivos da pesquisa | 53 |
| 3.3 | Contexto e participantes de pesquisa | 54 |
| 3.3.1 | O cotidiano do professor da Rede Pública do Estado do Paraná | 56 |
| 3.4 | Instrumentos de coleta de dados | 59 |
| 3.4.1 | Relatos de aula..... | 59 |
| 3.4.2 | Questionário | 60 |
| 3.4.3 | Diários de campo..... | 60 |
| 3.4.4 | Materiais produzidos pelos estudantes..... | 61 |
| 3.5 | Metodologia de análise de dados..... | 61 |
| 4 | DESENVOLVENDO A PESQUISA: ORGANIZAÇÃO E RESULTADOS | 64 |
| 4.1 | Descrição da Unidade de Aprendizagem realizada | 64 |
| 4.1.1 | Atividade 1: Visita virtual..... | 67 |
| 4.1.2 | Atividade 2: Normas e materiais | 68 |
| 4.1.3 | Atividade 3: Aula experimental na UTFPR..... | 70 |
| 4.1.4 | Atividade 4: Oficina de toxicologia ambiental na UTFPR..... | 71 |
| 4.1.5 | Atividade 5: Aula expositiva dialogada..... | 72 |
| 4.1.6 | Atividade 6: Aula no laboratório de informática..... | 73 |
| 4.1.7 | Atividade 7: Palestra com bombeiro | 73 |

| | | |
|--------|---|------------|
| 4.1.8 | Atividade 8: Seminário-comunicação dos experimentos | 74 |
| 4.1.9 | Atividade 9: Seminário-comunicação das categorias | 75 |
| 4.1.10 | Síntese das atividades da Unidade de Aprendizagem | 77 |
| 4.2 | Questionário com os líderes de grupo | 78 |
| 5 | APRENDIZAGENS, INQUIETAÇÕES E DESAFIOS DOS ESTUDANTES NA UNIDADE DE APRENDIZAGEM SOBRE CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO | 80 |
| 5.1 | Aprendizagem dos estudantes na prática e suas relações com a teoria | 81 |
| 5.2 | As perguntas dos estudantes nas atividades com Pesquisa em Sala de Aula | 87 |
| 5.3 | Dificuldades enfrentadas pelos estudantes no decorrer da Unidade de Aprendizagem | 91 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 99 |
| | REFERÊNCIAS..... | 106 |
| | APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO SOBRE AULA EXPERIMENTAL | 113 |
| | APÊNDICE B - PERGUNTAS DOS ESTUDANTES SOBRE A NOTÍCIA..... | 117 |
| | APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO COM LÍDERES DE GRUPO..... | 121 |
| | APÊNDICE D - TERMO PARA PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA | 123 |
| | APÊNDICE E - ROTEIROS DAS AULAS EXPERIMENTAIS..... | 131 |

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, apresento a temática central da pesquisa, sua relevância para o ensino de Química, bem como a questão de pesquisa e o objetivo geral desta investigação.

Sabe-se que a disciplina de Química é considerada difícil de compreender por alguns estudantes, principalmente devido à sua natureza abstrata e ao fato de que muitas vezes é ensinada de modo descontextualizado, distante do cotidiano dos estudantes e, portanto, percebida como de pouca utilidade para suas vidas diárias e seu futuro profissional (RIBEIRO; FANTINEL; RAMOS, 2012; CARVALHO *et al.*, 2014; SANTOS; AMARAL, 2020).

Alguns estudantes apresentam dificuldades de aprendizagem no conteúdo de Química, o que pode ser evidenciado pelo baixo rendimento escolar de muitos deles. Essas dificuldades geralmente ocorrem porque os conceitos químicos envolvem abstrações, conhecimentos teóricos permeados de símbolos e nomenclaturas específicas, que têm pouca relação com o cotidiano desses jovens estudantes (GOMES; MACEDO, 2007; VERONEZ; PIAZZA, 2007; COSTA; SOUZA, 2013; HAUPT; RAUPP, 2021). Somado a isso, as aulas expositivas com elevado grau de dificuldade nos enunciados e cálculos apresentados pelos professores, muitas vezes, podem aumentar o desinteresse dos estudantes (RIBEIRO, 2013). A contextualização presente nos livros didáticos, tratada apenas como exemplos do cotidiano, sem considerar a realidade de cada estudante, também contribui para esse desinteresse (SANTOS; AMARAL, 2020).

Em contrapartida, alguns autores sugerem que metodologias de ensino diferentes da aula expositiva dialogada podem gerar um efeito positivo na aprendizagem deste conteúdo (VERONEZ; PIAZZA, 2007; PRICINOTTO; PRIMO, 2020; CORREIA; CAMARGO; FURLANI, 2021). Deste modo, nesta pesquisa, apresento uma proposta de uso da Pesquisa em Sala de Aula como forma de contribuir com a ampliação de sentido dos conhecimentos químicos relacionados ao conceito de Cálculo Estequiométrico, uma vez que os estudantes poderão aprender com base em suas próprias curiosidades expressas em perguntas.

Moraes, Galiazzi e Ramos (2012) desenvolveram uma proposta de ensino chamada “Pesquisa em Sala de Aula”, que utiliza a investigação. Essa proposta consiste em um movimento cíclico iniciado com o questionamento dos estudantes. Em seguida, eles passam à construção dos argumentos e à comunicação dos resultados obtidos ao grupo de pesquisa. Posteriormente, apresentam esses resultados ao grande grupo, onde recebem os apontamentos, apreciações críticas, sugestões e novos questionamentos para reiniciar o ciclo, com novos questionamentos, construção de argumentos e comunicação.

Uma forma de operacionalizar a Pesquisa em Sala de Aula é utilizar as Unidades de Aprendizagem (UA). As UAs são compostas de conjuntos organizados de atividades, capazes de contribuir na mediação das aprendizagens dos estudantes (MORAES; GOMES, 2007). Elas também podem ser consideradas como métodos alternativos de planejamento, elaboração e organização dos trabalhos em sala de aula (GALIAZZI *et al.*, 2004).

Diante deste cenário, a questão de pesquisa desta investigação é a seguinte: De que modo as ações desenvolvidas no âmbito de uma Unidade de Aprendizagem sobre Cálculo Estequiométrico, na perspectiva da Pesquisa em Sala de Aula, são compreendidas por estudantes do 2º ano do Ensino Médio? Já o objetivo geral consiste em identificar as compreensões dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio em torno das ações desenvolvidas em uma Unidade de Aprendizagem elaborada sob a perspectiva da Pesquisa em Sala de Aula em Cálculo Estequiométrico.

Esta pesquisa é de natureza qualitativa, uma vez que o *corpus* de análise foi construído a partir do meu contato, enquanto professora-pesquisadora, com os estudantes do 2º ano do Ensino Médio em uma escola da Rede Pública no Estado do Paraná. Utilizei um processo descritivo, no qual a aprendizagem é o principal resultado, característica típica de pesquisas qualitativas. Além disso, a investigação se caracteriza como pesquisa do tipo participante, pois o pesquisador e os pesquisados compartilham o mesmo ambiente. Ela foi desenvolvida mediante o uso da Pesquisa em Sala de Aula, por meio de uma UA, tendo construído um *corpus* de pesquisa a partir de relatos de aula, questionários, diários de campo da pesquisadora e materiais produzidos pelos estudantes, no período de agosto a dezembro de 2022.

Para análise do *corpus* de pesquisa, foi empregada a Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2016).

A dissertação está composta por sete capítulos. Neste primeiro capítulo, além da introdução apresento a minha trajetória de vida como professora da Educação Básica, bem como o caminho de formação permanente que tenho realizado e os anseios que me motivaram a realizar esta pesquisa.

No segundo capítulo, identifico o tema desta investigação, a questão e o objetivo geral da pesquisa. Também caracterizo a natureza e o tipo de investigação realizada, bem como os instrumentos de coleta de dados e o artefato epistemológico empregado para análise dos dados da pesquisa.

No terceiro capítulo, apresento o referencial teórico que envolve os principais conceitos abordados nesta investigação. O capítulo possui quatro subcapítulos estruturados da seguinte forma: no primeiro subcapítulo, apresento os documentos que norteiam o ensino das Ciências e da Química no estado do Paraná. No segundo subcapítulo, trato das implicações do ensinar e do aprender sob a perspectiva do uso da pesquisa. No terceiro subcapítulo, apresento a proposta de ensino conhecida como Pesquisa em Sala de Aula. No quarto subcapítulo, discuto a possibilidade do uso do *Google Classroom* como um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) para facilitar a interação entre professor e estudante durante as atividades da UA.

No quarto capítulo, apresento os procedimentos metodológicos empregados nesta investigação, subdividido em cinco subcapítulos assim estruturados: no primeiro subcapítulo, caracterizo a natureza e o tipo da pesquisa realizada. No segundo subcapítulo, retomo a questão e os objetivos da pesquisa. No terceiro subcapítulo, trato do contexto da investigação e os participantes envolvidos, oferecendo um breve relato acerca da realidade cotidiana dos professores da Rede Pública do Estado do Paraná. No quarto subcapítulo, descrevo os instrumentos de coleta de dados e as atividades desenvolvidas na UA. No quinto subcapítulo apresento a metodologia de análise de dados empregada.

Em seguida, no quinto capítulo, realizo a descrição da pesquisa desenvolvida, subdividindo-o em dois subcapítulos da seguinte forma: no primeiro subcapítulo, descrevo as atividades realizadas na UA construída para esta investigação. No

segundo subcapítulo, trato dos questionários realizados com os líderes dos grupos da Pesquisa em Sala de Aula.

No sexto capítulo, trato da análise dos dados coletados. Primeiramente, identifico as unidades de sentido obtidas e, em seguida, abordo as três categorias que emergiram a partir das relações estabelecidas nas unidades de sentido. No primeiro subcapítulo, abordo a categoria aprendizagem dos estudantes na prática e suas relações com a teoria, com as percepções e relações que os estudantes fizeram entre a prática e a teoria. No segundo subcapítulo, trato da categoria que aborda as perguntas dos estudantes nas atividades com Pesquisa em Sala de Aula, as razões pelas quais alguns estudantes não fazem perguntas ou os tipos de perguntas que fazem. No terceiro subcapítulo, apresento a categoria que trata das dificuldades conceituais, de atenção e concentração e no trabalho em grupo que os estudantes encontraram durante a Unidade de Aprendizagem.

Por fim, no sétimo capítulo, apresento as considerações finais da pesquisa e suas possíveis contribuições no âmbito do ensino de Química, além de apresentar o Produto Educacional (PE) elaborado.

1.1 APRESENTAÇÃO PESSOAL E DOS ANSEIOS DA INVESTIGAÇÃO

Durante minha¹ vida escolar, sempre fui uma aluna dedicada e comprometida com meu aprendizado, mesmo diante de diversas dificuldades em expor minha opinião, questionar e me posicionar. Isto é, assumir-me como uma estudante ativa, problematizar os conceitos não entendidos e, enfim, ser protagonista da minha aprendizagem, com autonomia e segurança. Quiçá, porque eram outras épocas, talvez a educação que meus pais me proporcionaram tenha sido a de ser uma pessoa mais passiva, ou talvez porque estava em processo inicial de formação, construindo e reconstruindo minha identidade naquele momento.

¹ Optei por escrever todo o texto em primeira pessoa do singular por considerar que isso denota autoria e expõe com clareza meu posicionamento e constructos como professora e pesquisadora de uma investigação de natureza qualitativa.

Ainda na primeira aula do oitavo ano do Ensino Fundamental, em 1989, um professor, que nas minhas lembranças era franzino e risonho, com apenas uma caixa de giz nas mãos, iniciou um processo detalhado ao desenhar no quadro da sala de aula uma série de quadrados que, à primeira vista, pareciam estar relacionados. Logo após esse trabalho minucioso, o professor começou a colocar conjuntos de letras nos quadrados, ora uma, ora duas, associando a elas um nome e caracterizando-as em uma aplicação no mundo real. Naquele dia, tive o primeiro contato com alguns elementos químicos e conheci a chamada Tabela Periódica, a qual foi desenhada por aquele professor sem nenhuma tecnologia moderna ou recurso rebuscado, valendo-se apenas de muita criatividade e conhecimento químico. Foi naquele dia que decidi estudar Química em nível técnico, assim que terminasse o Ensino Fundamental, pois aquela primeira aula de Química ministrada por aquele professor imediatamente despertou meu interesse na ciência.

Contudo, o que eu ainda não sabia é que aquele mesmo professor também seria o responsável por definir minha carreira futura, visto que ele despertou em mim o desejo de ensinar, assim como ele, utilizando recursos simples e cativando os estudantes. Durante o Ensino Médio, no curso de Técnico em Química², conheci a parte da Química composta por cálculos, a teoria e os conceitos próprios deste campo da ciência. Foi ali também que tive contato, pela primeira vez, com um laboratório experimental, onde descobri como identificar e manipular materiais de laboratório que me ajudaram a compreender alguns conceitos da teoria estudada em sala de aula.

Alguns anos depois, já como professora de Química, fui apresentada a um termo que não me era familiar até então, a saber: a contextualização. Apesar do termo ter várias compreensões (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013), à época, cada professor procurou associar esta contextualização em sala de aula. Até hoje, penso ser um termo que se refere a aproximar a Química que aprendi nestes anos de formação com o mundo em que estamos inseridos, relacioná-la com algo que faça sentido para os estudantes e que possibilite a eles se colocarem de modo crítico e transformador frente a essas situações.

² Instituto Politécnico Estadual, hoje com o nome de Centro Estadual de Educação Profissional de Curitiba (CEEP).

Durante a minha formação no curso de Química, Licenciatura e Bacharelado, na Universidade Federal do Paraná (UFPR), também fui apresentada aos conteúdos específicos da formação docente, que desenvolveram a compreensão do ser professor. Essas disciplinas me proporcionaram conhecimento sobre o papel e as responsabilidades do professor. Ajudaram, ainda, na compreensão da minha identidade como docente, das habilidades e responsabilidades envolvidas no exercício da profissão.

Já no segundo ano de curso, fui convidada para ser professora de Química em uma escola estadual do estado do Paraná. Naquela época, em 1995, as contratações eram realizadas pelas direções das escolas, com vínculo mediante a Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT). Minha contratação por aquela escola foi um processo simples, visto que exigia apenas uma entrevista com a própria direção da escola e a documentação necessária para registro na carteira de trabalho. Apesar de não ter experiência como professora e estar ainda iniciando a formação, fui contratada e iniciei imediatamente a ministrar aulas de Química. Esse limiar da profissão docente foi assustador e mágico ao mesmo tempo, pois após aquele dia, não consegui mais me imaginar longe dos estudantes que aguardavam para saber o que ensinaria, a cada aula, sobre a Química; sobre um mundo em transformações.

Concluí o curso de Química em 2000 e continuei ministrando aulas por muito tempo no mesmo local. Em seguida, concluí uma Pós-Graduação em Ensino de Ciências com Oficinas Naturais – Química, Física e Biologia³. Na sequência, participei de cursos ofertados pela mantenedora sobre currículo, cotidiano escolar, ações pedagógicas e avaliação. Os cursos eram disponibilizados pelo Ministério da Educação (MEC) acerca do Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Novo Ensino Médio, em plataformas digitais, sobre tecnologias e metodologias de ensino. Em resumo, atuei como docente e sempre procurei me manter em processo de aprendizagem permanente.

Hoje, após quase três décadas de magistério, ainda sigo aprendendo, seja por meio de oficinas, cursos de aperfeiçoamento de curta duração, cursos de extensão, dentre outros. Este movimento de aprendizagem continuada sempre me

³ Realizei essa formação na Faculdade Padre João Bagozzi, entre 2005 e 2006.

levou a conhecer e buscar empregar novas metodologias para ensinar Química. Também tive oportunidades de discutir com meus pares acerca de novos processos, sistemas e desafios emergentes em torno da docência.

Foi assim que, em 2020, em meio a uma pandemia da Covid-19, o ensino passou a ser ministrado de forma remota mediante o chamado Ensino Remoto Emergencial (ERE). Apesar de já estar habituada a ensinar mediante o uso de recursos digitais, como o *Google Classroom*, enfrentei desafios docentes significativos para ensinar no ERE. Foi nesse contexto repleto de desafios que decidi me desafiar ainda mais e apresentei um projeto de pesquisa para o Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Meu desejo de continuar buscando conhecimento era e continua sendo muito expressivo, visto que já havia me inscrito em outros processos seletivos de Mestrado. No entanto, estava certa de que nesse período de desafios ainda mais emergentes, decorrentes da pandemia e da modalidade de ensino que estávamos enfrentando, era necessário fazer uma nova proposta. Assim, elaborei um novo projeto de pesquisa visando empregar o *Google Classroom* como uma ferramenta para a formação continuada de professores do Ensino Médio a partir de metodologias ativas.

Lembro-me da minha entrevista no processo seletivo, quando a minha orientadora, a professora Fabiana Pauletti, me perguntou se eu estaria aberta a mudanças em relação ao projeto de pesquisa apresentado. Como não estaria, se os tempos modernos exigem mudanças nas formas de ensinar, avaliar, interagir e criar ambientes de ensino e aprendizagem mais participativos para os estudantes? Obviamente, minha resposta à pergunta foi afirmativa. Assim, o projeto de pesquisa de Mestrado foi redefinido para o uso da Pesquisa em Sala de Aula como proposta de ensino do conceito químico de Cálculo Estequiométrico, a partir de uma Unidade de Aprendizagem para estudantes do Ensino Médio de uma escola da Rede Pública da cidade de Curitiba, no estado do Paraná.

Destaco que o conteúdo definido para esta pesquisa (Cálculo Estequiométrico) se dá em razão de ser um dos mais difíceis para a aprendizagem na perspectiva dos estudantes. Esta afirmação, além de ser uma constatação da minha prática docente, pôde ser confirmada nas revisões feitas para esta investigação

(GOMES; MACEDO, 2007; VERONEZ; PIAZZA, 2007; COSTA; SOUZA, 2013; HAUPT; RAUPP, 2021). Além disso, foi um dos conteúdos que mais me desafiou durante minha formação inicial e ainda me desafia enquanto docente. Logo, algumas questões emergem: Como ensinar os conceitos químicos abstratos? De que modo relacionar os conteúdos de estequiometria à realidade dos estudantes?

Na busca por respostas às questões postas, já em processo de formação permanente no PPGFCET, deparei-me com alguns indicativos de como responder algumas destas questões por meio das aulas e do contato com pesquisas e professores. No entanto, destaco que descobri muito mais sobre quem eu sou, sobre o papel que o ensino ocupa na minha vida, sobre o que aprender significa e como eu posso aprimorar minha práxis docente.

E é diante da imersão em minha formação permanente que conheci e aprofundei meus estudos em torno da proposta de ensino – o arcabouço teórico e prático desta investigação sobre a **Pesquisa em Sala de Aula**. Empreguei essa proposta de ensino com uma das turmas de Ensino Médio em que atuava como docente em 2021, período em que ainda estávamos ensinando no modo ERE, visando, sobretudo naquele momento, melhorar a participação dos estudantes nas aulas de Química. O resultado desse ensaio com o uso da Pesquisa em Sala de Aula foi a publicação do trabalho sobre a temática (INCOTE, 2021).

Visando atender aos princípios éticos de pesquisa, submeti o projeto de pesquisa ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UTFPR em fevereiro de 2022, o qual foi aprovado sob o parecer consubstanciado nº 5.405.308. Com a posse do referido parecer consubstanciado, iniciei os trâmites junto à Secretaria Estadual de Educação do Estado do Paraná (SEED-PR) para obter autorização para que a pesquisa científica fosse desenvolvida na escola onde trabalho, com uma turma de Ensino Médio⁴.

Então, iniciei o processo da investigação em si com os estudantes, o que foi desafiador e revelador. Foram meses de trabalho, planejamento e organização das

⁴ Recebi a autorização favorável para a realização da pesquisa por parte da SEED-PR em 28 de junho de 2022. Com esta autorização, dei início aos procedimentos para começar a pesquisa junto à turma de Ensino Médio, o que envolveu reuniões com os responsáveis, assinatura dos termos de consentimento e organização das atividades da pesquisa.

atividades investigativas, com tempo de espera para que os estudantes aderissem à proposta, vivenciassem as etapas e colaborassem entre si nas tarefas propostas. Assim, apresentarei o fruto deste trabalho nos próximos capítulos desta pesquisa.

2 A PESQUISA NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

O objetivo deste capítulo é constituir um arcabouço teórico que englobe os principais conceitos abordados nesta pesquisa. Inicialmente, apresentarei o componente curricular Química no Ensino Médio, a partir de como é compreendido e descrito na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) até o Referencial Curricular do Estado do Paraná (RCEP). Em seguida, discutirei algumas considerações sobre o ensino, a aprendizagem e a importância da pesquisa nesses processos, culminando na proposta de ensino adotada para esta investigação: a Pesquisa em Sala de Aula e suas possibilidades para o ensino de Cálculo Estequiométrico. Na sequência, destacarei as Unidades de Aprendizagens (UAs) como um meio de organizar o trabalho investigativo. Por fim, discutirei o uso do *Google Classroom* como Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) utilizado para o desenvolvimento de algumas atividades propostas.

2.1 Documentos norteadores da Química no Ensino Médio

A educação no Brasil está amparada por leis que garantem o direito à educação a todos os cidadãos. A Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988), por exemplo, assegura a todo cidadão brasileiro o direito à educação pública e gratuita, a fim de prepará-lo para o mundo do trabalho:

Art. 205. A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. (BRASIL, 1988, p. 123).

Além disso, é importante citar a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) nº 4.024, de 1961, que introduziu o Ensino Técnico no Ensino Médio, e a LDB nº 5.692, de 1971, que criou um currículo comum para o território brasileiro e incluiu o ensino de Ciências no currículo nacional. A partir da promulgação da nova LDB em 1996, denominada como Lei nº 9.394, o Ensino Médio passou a ser apresentado como um importante nível da Educação Básica brasileira:

Art. 35. O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades: I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos; II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores; III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (BRASIL, 1996, p. 18).

Em 2016, por meio da Medida Provisória nº 746 e da Lei nº 13.415 de 2017, o Governo Federal alterou a redação da LDB nº 9.394/1996 para introduzir o chamado “Novo Ensino Médio”, a ser implementado por um período de até cinco anos nas redes que ofertam o Ensino Médio, a partir da promulgação dessa lei.

Como nos recordam Silva e Araújo (2021, p.6) o que se sucedeu após a publicação da Medida Provisória nº 746 de 2016 foi “um verdadeiro levante da juventude, que passou a ocupar suas escolas” e se colocaram contrários a uma reforma feita de modo autoritário, por compreenderem que a reforma trazia em si um

caráter conservador e antidemocrático. Com relação à implantação da reforma na rede de ensino do Estado do Paraná, Silva, Barbosa e Körbes (2022, p.414) destacam, que esta implantação

“[...] introduziu no currículo componentes sem base científica e epistemológica, retirando da matriz disciplinas que historicamente representavam conteúdos para uma formação intelectual geral mais elevada”.

Os mesmos autores destacam ainda que a ênfase em empreendedorismo como eixo formativo e a introdução do “projeto de vida” apontam para uma tendência empresarial de formação destinada a formar a uma juventude empreendedora.

Apesar de todas as manifestações contrárias por parte de estudantes e professores, e esgotadas todas as formas de debate, o processo de implementação seguiu e as novas propostas foram disponibilizadas para o Ensino Médio a partir de 2022, como podemos constatar a seguir:

Art. 35-A. A Base Nacional Comum Curricular definirá direitos e objetivos de aprendizagem do ensino médio, conforme diretrizes do Conselho Nacional de Educação, nas seguintes áreas do conhecimento: I - linguagens e suas tecnologias; II - matemática e suas tecnologias; III - ciências da natureza e suas tecnologias; IV - ciências humanas e sociais aplicadas. (BRASIL, 2018, p. 12).

Assim, a BNCC passa a ser o documento que norteia a elaboração de currículos pelas redes públicas e privadas do país. Neste sentido, a BNCC (BRASIL, 2018) apresenta o componente curricular de Química como sendo parte da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT). O objetivo desta área do conhecimento é ampliar e sistematizar, durante o Ensino Médio, as aprendizagens desenvolvidas na componente de Ciências até o 9º ano do Ensino Fundamental (BRASIL, 2018).

É importante destacar que aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais. Nessa perspectiva, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física e da Química – define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza. (BRASIL, 2018, p. 547).

Deste modo, no Ensino Médio, a área de CNT deve promover o desenvolvimento de competências específicas e habilidades relacionadas a cada uma dessas competências específicas.

O termo “competência” aparece inicialmente no Relatório Jaques Delors, publicado em 1996⁵. Esse relatório desencadeou o debate das competências a serem desenvolvidas pelos estudantes. Ele destacava os três pilares da educação: aprender a conhecer, aprender a fazer e aprender a ser.

Além da aprendizagem de uma profissão, há que adquirir uma competência mais ampla, que prepare o indivíduo para enfrentar numerosas situações, muitas delas imprevisíveis, e que facilite o trabalho em equipe, dimensão atualmente muito negligenciada pelos métodos pedagógicos. (DELORS, 1998, p. 20).

Já para Perrenoud (1999, p. 7), a competência é entendida como uma “[...] capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles”. Contudo, Silva (2010, p. 21) alerta que a noção de competências no currículo produz uma formação direcionada pelas necessidades do mercado, o que reforça a “[...] possibilidade de uma educação de caráter instrumental e sujeita ao controle”. Na BNCC, o termo “competência” é definido como a “[...] mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), e as habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais) como atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2018, p. 8).

Autores como Zabala e Arnau (2010, p. 16) sugerem que o uso do termo “competência” surgiu da necessidade de superar um ensino baseado em memorização, o que acarreta em “[...] dificuldade para que os conhecimentos possam ser aplicados na vida real”. Wolff (2020, p. 23) apresenta um conceito de competência fundamentado na ideia de

[...] preparação das novas gerações para viver em uma realidade marcada por um permanente estado de mudança, no qual o futuro é incerto, os

⁵ Mais informações podem ser encontradas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: http://dhnet.org.br/dados/relatorios/a_pdf/r_unesco_educ_tesouro_descobrir.pdf. Acesso em: 28 jun. 2022.

problemas são de difícil resolução e boa parte dos questionamentos feitos remetem a um conjunto variável de respostas.

Assim sendo, os autores citados enfatizam a importância de superar a memorização e oferecer atividades educativas que possibilitem a mobilização de conhecimentos, habilidades e atitudes em situações reais, o que pode contribuir para a resolução de problemas e tomada de decisão. Ademais, os autores alertam que a ênfase exagerada na competência pode levar a um treinamento direcionado e controlado, o que pode limitar a capacidade dos indivíduos de pensar criticamente e desenvolver a criatividade. Nesse sentido, é importante que o conceito de competência seja entendido como parte de um processo formativo mais amplo que busque desenvolver não apenas habilidades técnicas, mas também habilidades cognitivas, socioemocionais e valores que possam contribuir para a formação integral dos indivíduos.

Uma vez explicitados os documentos norteadores do Ensino Médio e o conceito de competência, discuto de forma mais específica as particularidades na perspectiva da aprendizagem do componente curricular de Química.

2.1.1 O componente curricular de Química e suas particularidades

Mediante o exposto sobre os documentos que norteiam o Novo Ensino Médio, entre as três competências específicas para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a competência 3 foi selecionada por se relacionar com os objetivos desta investigação. A BNCC a descreve da seguinte forma:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global. 2. Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis. 3. Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2018, p. 539).

Esta competência, articulada às outras duas para a área de CNT, deve possibilitar que os estudantes se apropriem de procedimentos e práticas próprias desta área, com o intuito do:

[...] aguçamento da curiosidade sobre o mundo, a construção e avaliação de hipóteses, a investigação de situações-problema, a experimentação com coleta e análise de dados mais aprimorados, como também se tornar mais autônomos no uso da linguagem científica e na comunicação desse conhecimento. Para tanto, é fundamental que possam experimentar diálogos com diversos públicos, em contextos variados, utilizando diferentes mídias, dispositivos e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), e construindo narrativas variadas sobre os processos e fenômenos analisados, (BRASIL, 2018, p. 558).

A competência supramencionada contém dez habilidades a serem alcançadas pelos estudantes do Ensino Médio, as quais estão indicadas no quadro a seguir.

Quadro 1 - Habilidades da competência 3 da BNCC

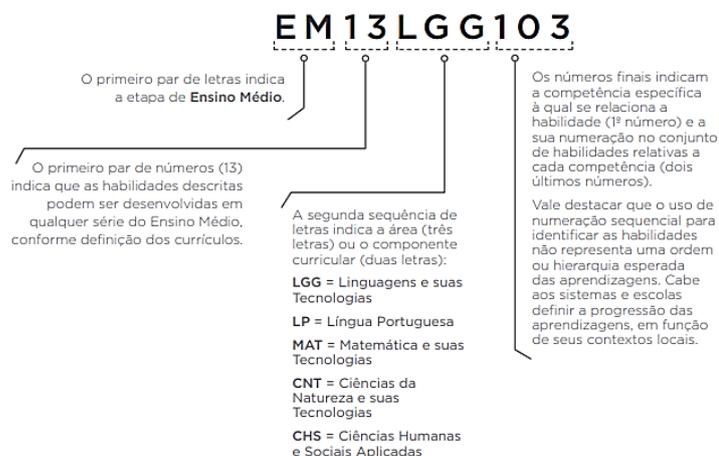
| Código Alfanumérico | Descrição da Habilidade |
|----------------------------|--|
| EM13CNT301 | Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica. |
| EM13CNT302 | Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental. |
| EM13CNT303 | Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações. |
| EM13CNT304 | Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista. |
| EM13CNT305 | Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade. |
| EM13CNT306 | Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos. |

| | |
|------------|---|
| EM13CNT307 | Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano. |
| EM13CNT308 | Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais. |
| EM13CNT309 | Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais. |
| EM13CNT310 | Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população. |

Fonte: Brasil (2018, p. 545)

É importante destacar que cada habilidade na BNCC é identificada por um código alfanumérico cuja composição é a seguinte: o primeiro par de letras indica a etapa de Ensino Médio (EM); o primeiro par de números (13) indica que as habilidades descritas podem ser desenvolvidas em qualquer série do Ensino Médio, conforme definição dos currículos; a segunda sequência de letras indica a área (três letras): Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) ou o componente curricular (duas letras); os números finais indicam a competência específica à qual se relaciona a habilidade (1º número) e a sua numeração no conjunto de habilidades relativas a cada competência (dois últimos números). A seguir, a Figura 1 explicita cada parte do código alfanumérico.

Figura 1 - Código alfanumérico explicado



Fonte: BRASIL (2018, p. 34)

Aliado à BNCC, o RCEP (PARANÁ, 2021) apresenta uma organização curricular em duas etapas: Formação Geral Básica (FGB) e Itinerários Formativos (IF). Cabe à FGB contemplar a organização curricular, visando o desenvolvimento de competências e habilidades a partir do aprofundamento das aprendizagens desenvolvidas no Ensino Fundamental. Nos IF estão contemplados o Projeto de Vida e os Itinerários Formativos de Aprofundamento (um para cada área do conhecimento) – o Itinerário da Formação Técnica e Profissional.

O Referencial Curricular do Estado do Paraná orienta que esta organização apresenta uma lógica diversa daquela de caráter disciplinar e que está organizado a partir de uma lógica “[...] na qual as competências e as habilidades são entendidas como ponto de partida para a organização e mediação dos saberes” (PARANÁ, 2021, p. 63). Esse mesmo referencial defende “[...] a interdisciplinaridade e a contextualização como posturas pedagógicas, as quais requerem intencionalidade no planejamento e na docência” (PARANÁ, 2021, p. 63).

Em conformidade com a BNCC, no RCEP, a Química também está caracterizada como componente curricular ligada à área de conhecimento de CNT, juntamente com a Física e a Biologia. De acordo com o documento, apesar de cada um destes componentes curriculares possuir sua totalidade e particularidade, ao mesmo tempo, “[...] articulam-se entre si e com outras áreas do conhecimento, estabelecendo relações interdisciplinares fundamentais para atingir todas as habilidades presentes nas competências” (PARANÁ, 2021, p. 390). Esse mesmo documento propõe que estes componentes curriculares

[...] alinhem-se ao desenvolvimento das competências específicas da área, por meio das habilidades descritas na BNCC e seus objetos de conhecimento, partindo dos conteúdos escolares, assim como de encaminhamentos que proporcionem ao estudante a apropriação das habilidades a serem alcançadas ao final da etapa do Ensino Médio. (PARANÁ, 2021, p. 393).

Assim como a BNCC, o RCEP também apresenta, no Ensino Fundamental, os objetos de conhecimento e as habilidades organizadas por Unidades Temáticas (para Ciências – Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo). O RCEP

segue com esta mesma tendência organizando os conhecimentos das Ciências da Natureza por meio da classificação em Unidades Temáticas – Matéria e Energia; Vida, Terra e Cosmos. Com isso, o componente curricular de Química no RCEP apresenta uma organização em cinco Unidades Temáticas, que são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Organização das unidades temáticas

| Unidade Temática | Habilidades | Objetos de Conhecimento | Sugestão de Conteúdos |
|--|--|--------------------------------|---|
| 01. Materiais e suas propriedades | EM13CNT104 EM13CNT105 EM13CNT303 EM13CNT307 EM13CNT310 | Constituição da Matéria | Estados de agregação da matéria. Materiais e processos de separação. Fenômenos físicos e químicos. Propriedades da matéria. |
| | EM13CNT101 EM13CNT103 EM13CNT201 | Modelos Atômicos | Aspectos Históricos da Química. Modelos Atômicos (Rutherford, Thomson, Dalton e Bohr). Átomos, moléculas e íons. Distribuição eletrônica. |
| | EM13CNT103 EM13CNT104 EM13CNT106 | Radioatividade | Elementos químicos radioativos. Emissões radioativas. Leis da radioatividade. Fissão e fusão nuclear. |
| 02. Química Dos Minerais | EM13CNT101 EM13CNT103 EM13CNT104 EM13CNT105 | Tabela Periódica | Elementos químicos. Organização dos elementos químicos. Propriedades periódicas. |
| | EM13CNT104 EM13CNT202 EM13CNT304 EM13CNT307 | Ligações Químicas | Ligação covalente e propriedades dos compostos moleculares. Ligação iônica e propriedades dos compostos iônicos. Fórmulas eletrônica, estrutural e molecular. Ligação metálica, ligas metálicas e propriedades dos compostos metálicos. |
| | EM13CNT105 EM13CNT206 EM13CNT302 EM13CNT310 | Funções Químicas Inorgânicas | Ácidos, bases, sais e óxidos: propriedades, nomenclatura, formulação e principais compostos inorgânicos do cotidiano. |
| 03. Transformações Químicas | EM13CNT101 EM13CNT205 | Grandezas Químicas | Massa atômica e massa molecular. Fórmulas químicas, quantidade de matéria. |

| | | | |
|----------------------------------|--|----------------------------|---|
| | EM13CNT101 EM13CNT106 EM13CNT309 | Cálculos Químicos | Lei de conservação das massas e lei das proporções definidas de Proust. Cálculo Estequiométrico. |
| | EM13CNT203 EM13CNT301 EM13CNT303 EM13CNT305 | Reações Químicas | Tipos de reações químicas. Linguagem científica, códigos, símbolos e equações químicas. |
| | EM13CNT101 EM13CNT308 EM13CNT309 EM13CNT310 | Eletroquímica | Reatividade dos metais. Reações de oxirredução. Pilhas e baterias. |
| 4 Química e Meio Ambiente | EM13CNT104 EM13CNT310 | Estudo das Soluções | Solução: definição, soluto e solvente, classificação das soluções. Suspensões: definição e aplicabilidade na sociedade. Dispersão coloidal: definição, tipos de coloides e aplicabilidade no cotidiano. |
| | EM13CNT102 EM13CNT104 EM13CNT106 EM13CNT210 | Termoquímica | Equações termoquímicas. Reações exotérmicas e endotérmicas. Diagramas das reações exotérmicas e endotérmicas; variação de entalpia. |
| | EM13CNT203 EM13CNT301 EM13CNT309 | Cinética Química | Velocidade de ocorrência das reações químicas. Gráficos de cinética química. Fatores que influenciam a velocidade de reações. |
| | EM13CNT202 EM13CNT206 EM13CNT301 EM13CNT310 | Equilíbrio Químico | Equilíbrios homogêneos e heterogêneos. Gráficos de equilíbrio. Constante de equilíbrio. |
| 05 Química e Tecnologia | EM13CNT104 EM13CNT105 EM13CNT207 EM13CNT304 EM13CNT306 EM13CNT307 EM13CNT309 | Funções Químicas Orgânicas | Propriedades do carbono. Classificação de cadeias carbônicas. Hidrocarbonetos: origem, nomenclatura, fórmula geral, hidrocarbonetos de cadeia normal e ramificada, aplicabilidade, danos ambientais. Funções orgânicas oxigenadas: nomenclatura, fórmula geral, principais compostos e aplicabilidade. Funções orgânicas nitrogenadas: nomenclatura, fórmula geral, principais compostos nitrogenados e aplicabilidade. Principais reações orgânicas. |

Fonte: Adaptado de Paraná (2021, p. 462)

O Cálculo Estequiométrico é sugerido como um dos conteúdos do objeto de conhecimento denominado cálculos químicos, que pertence à Unidade Temática 3 – Transformações Químicas, e aponta três habilidades a serem desenvolvidas:

(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais. (EM13CNT106) Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais. (EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual com relação aos recursos fósseis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais. (PARANÁ, 2021, p. 468).

Conforme o RCEP, o conhecimento químico é definido como “[...] ferramenta para interpretar o mundo” (PARANÁ, 2021, p. 475). Sendo assim, a “[...] contextualização, a interdisciplinaridade e a problematização são reafirmadas neste documento curricular, sendo eixos orientadores que pautam a escolha de instrumentos didáticos para o ensino do componente curricular” (PARANÁ, 2021, p. 475). O documento sugere o ensino pautado pelos pressupostos da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), associada à contextualização e articulada à interdisciplinaridade. Também cita os Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV *et al.*, 2009) como uma maneira de atingir uma aprendizagem pautada na problematização da realidade. O RCEP sugere ainda a utilização de recursos didáticos, como

[...] documentários, videoaulas, recortes de filmes, música, fotografia científica, fotos, imagens, jogos on-line, cartas, RPG ou tabuleiro, blogs, HQs, memes, gifs, charges, analogias textuais ou visuais, simuladores, laboratórios virtuais, mapas conceituais e mentais, sequências didáticas, recursos interativos, textos de divulgação científica, entre outros, articulados com abordagens pautadas no ensino por investigação, em situações-problema, na leitura no ensino de Química, na problematização e na interdisciplinaridade. (PARANÁ, 2021, p. 478).

O RCEP também indica a necessidade de possibilitar aos estudantes situações de aprendizagem que favoreçam o desenvolvimento da autonomia, criticidade, criatividade e protagonismo juvenil necessários para que possam propor ações responsáveis, éticas e consistentes. De acordo com esse mesmo documento, esses objetivos poderiam ser contemplados por meio do ensino por investigação (ensino por pesquisa) e do letramento científico, promovendo o desenvolvimento

integral e viabilizando o aprofundamento de conhecimentos científicos e escolares, contextualizados à rotina do estudante (PARANÁ, 2021).

Mediante o exposto, nesta pesquisa, a Química será tratada como componente curricular necessário para alcançar as competências e habilidades elencadas na BNCC e no RCEP, com vistas a compreender a natureza e desenvolver habilidades para resolver problemas práticos, com a finalidade de ampliar a qualidade de vida.

Ainda em tempo, cabe esclarecer que a investigação foi realizada em 2022, com uma turma de 2º ano do Ensino Médio que ainda não estava seguindo a organização do Novo Ensino Médio. A implementação dessa nova organização ocorrerá ao longo de 2023. No entanto, julgo pertinente basear todo o corpo teórico desta pesquisa nos documentos que já norteiam parte do Ensino Médio (1º ano) e que nortearão todo o Novo Ensino Médio, bem como o ensino de Química.

2.1.2 Ensino de Cálculo Estequiométrico

Como demonstrado, o conceito de Cálculo Estequiométrico é sugerido como um dos conteúdos do “Objeto de Conhecimento” denominado “cálculos químicos”, que pertence à Unidade Temática 3 e se relaciona com as transformações químicas (PARANÁ, 2021). Assim, encaminho a discussão em torno deste conteúdo alinhado com o uso da Pesquisa em Sala de Aula, podendo esta ser uma proposta de ensino.

O Cálculo Estequiométrico é um dos conteúdos abordados na Química. A palavra “estequiometria” vem do grego *stoicheon*, que significa elemento, e *metron*, que quer dizer medida. Este termo foi introduzido por Richter em 1792, referindo-se às medidas dos elementos químicos nas substâncias (CAZZARO, 1999).

Estudos como os de Gomes e Macedo (2007), Costa e Souza (2013) e Haupt e Raupp (2021) apontam que o conteúdo de Cálculo Estequiométrico é um dos quais os estudantes de Química apresentam mais dificuldade. Alguns autores (GOMES; MACEDO, 2007; VERONEZ; PIAZZA, 2007; COSTA; SOUZA, 2013; HAUPT; RAUPP, 2021) atribuem essa dificuldade à deficiência em conceitos básicos, como, por exemplo, de Matemática, que tornam a aprendizagem desse conteúdo químico mais difícil, bem como à abstração necessária para entender conceitos implícitos ao

Cálculo Estequiométrico, como mol, moléculas e outros conceitos próprios da Química.

Outro fator que contribui para aumentar a dificuldade dos estudantes sobre Cálculo Estequiométrico é a falta de contextualização no ensino de Química envolvendo esse conteúdo. Além disso, os mesmos autores apontam a dificuldade de relacionar as leis ponderais ao Cálculo Estequiométrico (GOMES; MACEDO, 2007; VERONEZ; PIAZZA, 2007; COSTA; SOUZA, 2013; HAUPT; RAUPP, 2021).

Entretanto, existem alternativas para a abordagem deste conceito de significativa dificuldade de aprendizagem. Uma delas é ensinar de forma contextualizada, utilizando situações do cotidiano, como, por exemplo, por meio de receitas na cozinha, experimentação e outras estratégias metodológicas, como a construção de mapas conceituais (VERONEZ; PIAZZA, 2007; PRICINOTTO; PRIMO, 2020; CORREIA; CAMARGO; FURLANI, 2021).

O ponto de interseção, que é apontado na literatura da área, é a necessidade de buscar novas formas de ensinar Cálculo Estequiométrico, agregando elementos que façam sentido aos estudantes e que possam ser relacionados com o cotidiano deles, não privilegiando apenas a Matemática envolvida no cálculo em si, mas a interpretação destes resultados de forma aplicada ao cotidiano.

Deste modo, nesta investigação, busco uma nova abordagem para o ensino de Cálculo Estequiométrico, utilizando a Pesquisa em Sala de Aula como proposta de ensino. Por esta razão, apresento a seguir algumas considerações sobre os processos de ensino e aprendizagem, bem como as contribuições da pesquisa nesses processos.

2.2 As implicações do ensinar e do aprender: o uso da pesquisa

Existe uma tendência de tratar o ensino e a aprendizagem como dois processos distintos, o que tem gerado um interesse crescente pelo estudo da aprendizagem que emerge do ensino ou pelo estudo do ensino que favorece a aprendizagem (COLL; SOLÉ, 2004).

De acordo com Illeris (2013, p. 16), a aprendizagem pode ser definida como “[...] qualquer processo que, em organismos vivos, leve a uma mudança permanente

em capacidades e que não se deva unicamente ao amadurecimento biológico ou ao envelhecimento”. Assim, a aprendizagem não é apenas uma questão da natureza do próprio processo em que ela ocorre, mas inclui também as condições que podem influenciar e serem influenciadas por este processo.

O mesmo autor defende que a aprendizagem acarreta a integração de dois processos: um processo externo de interação entre o indivíduo e seu ambiente social, cultural ou material, e um processo psicológico interno de elaboração e aquisição do conhecimento. Por fim, aponta que parece evidente que os dois processos devem estar incluídos para que ocorra a aprendizagem (ILLERIS, 2013).

Deste modo, a aprendizagem está relacionada não só ao indivíduo, mas também ao ambiente em que ele está inserido e à relação desenvolvida com o professor. Nesse contexto, Freire (2011, p. 21) argumenta que “[...] nas condições de verdadeira aprendizagem, os educandos vão se transformando em reais sujeitos da construção e da reconstrução do saber ensinado, ao lado do educador, igualmente sujeito do processo”.

Neste sentido, o professor passa a ser um sujeito no processo de aprendizagem dos estudantes, pois mantém com eles uma relação de cumplicidade e confiança que permite não só que o professor ensine aos seus estudantes, mas também aprenda com eles, criando um sistema de dialogicidade. Sobre essa relação, Freire (2011, p. 86) revela que ensinar e aprender têm a ver

[...] com o esforço metodicamente crítico do professor de desvelar a compreensão de algo e com o empenho igualmente crítico do aluno de ir entrando como sujeito em aprendizagem, no processo de desvelamento que o professor ou professora deve deflagrar. Isso não tem nada que ver com a transferência de conteúdo e fala da dificuldade, mas, ao mesmo tempo, da boniteza da docência e da discência.

Essa relação de cumplicidade e confiança é necessária para a aprendizagem, porque não se aprende a partir do nada, é necessário partir de algum ponto. Moraes (2007, p. 25) aponta que “[...] aprender é reconstruir o que já foi anteriormente construído, tornando-o mais complexo, mais rico e mais amplo”. Não se pode aprender algo novo sem partir de um conhecimento já existente, ainda que rudimentar. Nesse sentido, o aprendiz, ao manter um diálogo e confiança com o professor, poderá complexificar seu conhecimento, agregando a ele outros conceitos.

Em um estudo, Driver *et al.* (1999) demonstraram que alguns pesquisadores buscam organizar a sala de aula fomentando a investigação colaborativa, o que ajuda os estudantes a dominarem algumas normas e práticas próprias das comunidades científicas, com o objetivo de contribuir com a ideia de transformar os estudantes em sujeitos de suas aprendizagens. Entre essas práticas está a pesquisa/investigação.

Para Tennant (2013), se a aprendizagem for destinada a construir conhecimento novo, ela se torna investigação ou pesquisa, e isso se sobrepõe a aprender o que é conhecido, estendendo-se para além disso, pois envolve um processo que requer um conjunto de habilidades e diferentes níveis de aprendizado. É necessário aprender não apenas “o quê” se está pesquisando, mas também a conviver com a opinião do outro, a discutir esta opinião e a colaborar com a aprendizagem do outro.

De acordo com Tennant (2013, p. 170), a aprendizagem “[...] envolve interesse e comprometimento: somente aprendemos aquilo em que estamos interessados e buscamos com um certo grau de seriedade. Ela também pressupõe entendimento e retenção [...]”, o que significa que a aprendizagem só ocorre se o aprendiz entender o que está buscando aprender e incorporar esse conhecimento em seu discurso.

Ainda sobre a necessidade da pesquisa no ato de ensinar, Freire (2011, p. 23) aponta que não existe

[...] ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses quefazer se encontram um no corpo do outro. Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade.

Essa afirmação está relacionada ao fato de que a pesquisa, como meio de aprendizagem, não está limitada. A cada pergunta realizada surge uma busca por respostas, as quais podem surgir carregadas com outras perguntas, o que conduz a novas buscas e constatações. É perante a pesquisa como modo de ensinar que tanto o professor ensina e aprende, como o estudante aprende e ensina.

De acordo com Bagno (2014, p. 17), a palavra “pesquisa” surge na língua portuguesa vinda do latim *perquiro*, que significava “procurar; buscar com cuidado;

procurar em toda parte; informar-se; inquirir; perguntar, indagar bem, aprofundar na busca”. O autor nos ensina que, por alguma lei da fonética histórica, o particípio passado deste verbo, *perquisitum*, teve o primeiro *r* transformado em *s*, surgindo o termo “pesquisar”. O importante para Bagno (2014, p. 17) é que os significados deste verbo original no latim “[...] insistem na ideia de uma busca feita com cuidado e profundidade”.

Sobre a pesquisa como forma de ensinar e de aprender em contexto brasileiro, Pauletti (2018) indica que existem duas concepções de pesquisa como princípio educativo, que são: o Educar pela Pesquisa/Pesquisa em Sala de Aula e o Ensino por Investigação. A Pesquisa em Sala de Aula é indicada como uma concepção que se assemelha ao Educar pela Pesquisa por ter sido influenciada teoricamente pela mesma, mas também se mostra uma aplicação prática dessa forma de desenvolver pesquisa. A Pesquisa em Sala de Aula foi desenvolvida por pesquisadores da região sul do país, enquanto o Ensino por Investigação foi desenvolvido por pesquisadores da região sudeste do país (PAULETTI, 2018). Para esta pesquisa, irei me debruçar na concepção de pesquisa: Pesquisa em Sala de Aula, haja vista que esta é a proposta de ensino utilizada durante as aulas de Cálculo Estequiométrico.

Demo (2006, p. 42) desmistifica a pesquisa, pois não a considera como algo reservado a “poucos iluminados”, mas sim como busca de conhecimento, atitude política e emancipatória, como capacidade de questionamento. O autor aponta a pesquisa como princípio científico e educativo e como “diálogo e processo cotidiano, integrante do ritmo da vida”.

Pesquisa é processo que deve aparecer em todo trajeto educativo, como princípio educativo que é, na base de qualquer processo emancipatório. Se educar é sobretudo motivar a criatividade do próprio educando, para que surja o novo mestre, jamais o discípulo, a atitude de pesquisa é parte intrínseca. Pesquisar toma aí contornos muito próprios e desafiadores, a começar pelo reconhecimento de que o melhor saber é aquele que sabe superar-se. (DEMO, 2006, p. 17).

Relacionando a pesquisa como modo de ensinar e de aprender com o RCEP, pode-se encontrá-la descrita como: “princípio metodológico”, “pedagógico” e “educativo” (PARANÁ, 2021). A pesquisa é tida como princípio metodológico e

pedagógico, pois se relaciona com o cotidiano escolar e com os processos de ensino e aprendizagem. Além disso, a pesquisa é também princípio educativo, pois busca superar o ensino por transmissão em prol de uma educação que emancipe o estudante (PARANÁ, 2021). Assim sendo, o RCEP prevê a pesquisa como estratégia de ensino a ser adotada pelo professor.

Em Marques (2008, p. 95) encontramos o que pode ser considerado o limiar de uma pesquisa: “[...] começamos de fato a pesquisar quando começamos a escrever a partir de um tema, assunto, hipótese, título – pouco importa”. Para o autor, pesquisar é ir “[...] à procura de algo diferente, guiado pelo desejo de encontrar o novo, o inusitado, o sequer por nós suspeitado, o original porque descoberta nossa” (MARQUES, 2008, p. 94). Neste sentido, ele afirma que “[...] no escrever se inicia a pesquisa, por ele continua e por ele se rege e conduz” (MARQUES, 2008, p. 106). Assim, a pesquisa se inicia por um questionamento, é movida por uma curiosidade e não apenas começa com o ato de escrever, mas continua com ele, registrando o que foi encontrado na pesquisa e escrevendo os argumentos que fundamentaram as conclusões dessa investigação.

Ramos (2012) defende que a educação nas escolas e universidades privilegia muito mais o discurso do professor para convencer seus estudantes sobre algum conhecimento do que os processos que desenvolvem a capacidade de argumentação.

Pesquisar é cada um participar ativamente da construção do seu conhecimento e da construção do conhecimento daqueles com os quais convive no mesmo processo educativo, investindo no questionamento sistemático e na busca de novos argumentos, novo conhecimento. (RAMOS, 2012, p. 37).

Deste modo, se o estudante participa ativamente na construção do seu conhecimento, ele pode sair da condição de ouvinte e reproduzidor para se tornar um sujeito que vivencia as oportunidades de se tornar protagonista de sua própria aprendizagem.

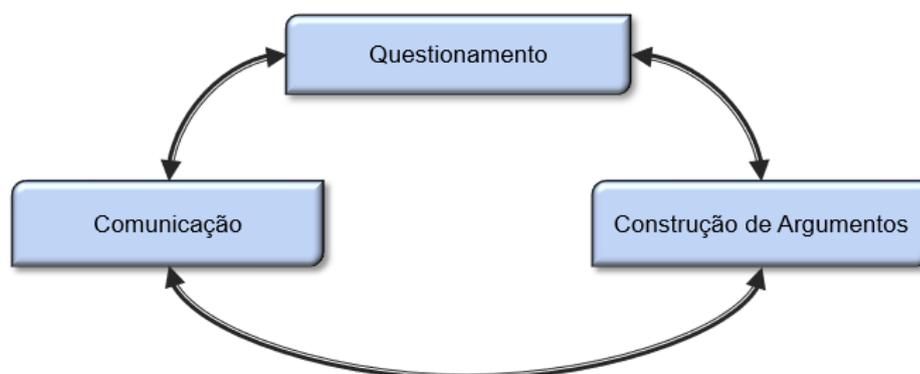
Assim, após discutir algumas visões sobre as implicações do ensinar e do aprender, os quais podem ser desenvolvidos mediante a pesquisa como proposta de ensino, abordo a seguir, especificamente, os pressupostos da Pesquisa em Sala de Aula (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2012). A justificativa da adoção desse modo de

ensinar e de aprender é porque essa proposta de ensino está alinhada com os documentos legais que regem a educação brasileira, bem como pode promover um ambiente de ensino e de aprendizagem que permite desenvolver autonomia, criticidade e o protagonismo dos estudantes.

2.3 Pesquisa em Sala de Aula: uma proposta de ensino

A Pesquisa em Sala de Aula é uma forma de “[...] envolver os sujeitos, alunos e professores, num processo de questionamento do discurso, das verdades implícitas e explícitas nas formações discursivas, propiciando a partir disto a construção de argumentos que levem a novas verdades” (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2012, p. 10). De acordo com esses autores, a Pesquisa em Sala de Aula é uma proposta de ensino composta por três momentos, a saber: questionamento, construção de argumentos e comunicação, os quais são organizados de maneira cíclica, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Momentos da Pesquisa em Sala de Aula



Fonte: Adaptado de Moraes, Galiuzzi e Ramos (2012)

Na proposta de ensino a partir da Pesquisa em Sala de Aula, os três momentos são cíclicos. O ciclo inicia com o questionamento, que deve ser realizado pelos estudantes, seguido pela construção de argumentos que busca responder ao(s) questionamento(s) e a comunicação, onde são apresentados os argumentos construídos, os quais podem direcionar a um novo questionamento, ou seja, uma nova pesquisa. Assim, nesta proposta de ensino, cada momento está relacionado de

maneira cíclica, um momento pode conduzir a outro e assim sucessivamente. Quando questiono, posso construir um argumento a partir deste questionamento ou comunicar este questionamento a um par para que, juntos, possamos construir argumentos. Esta construção de argumentos pode levar a uma nova comunicação ou a um novo questionamento, e o ciclo segue se autoalimentando.

O processo de aprender por meio da pesquisa inicia-se com o questionamento, já que, como afirmam Freire e Faundez (1985), o conhecer surge como resposta a uma pergunta. Neste sentido, é importante que o próprio estudante se envolva neste ato de questionar, para que possa construir seu próprio conhecer a partir do que deseja saber. Assim, quando os estudantes fazem seus questionamentos, podem expressar o desejo de conhecer, a necessidade de aprofundar um conhecimento ou expor ao professor uma deficiência de aprendizagem anterior. Consequentemente, ensinar requer buscar, se indagar e indagar ao outro. Freire e Faundez (1985) esclarecem, em forma de diálogo, a necessidade da pergunta e de estimular a curiosidade dos estudantes:

[...] a origem do conhecimento está na pergunta, ou nas perguntas, ou no ato de perguntar; eu me atreveria a dizer que a primeira linguagem foi uma pergunta, a primeira palavra foi a um só tempo pergunta e resposta, num ato simultâneo. (FREIRE; FAUNDEZ, 1985, p. 26).

Nesta obra, o destaque está para a pergunta e os autores destacam que tanto o professor quanto o estudante esqueceram das perguntas, o que, para eles, é fundamental no processo de ensino e aprendizagem.

Um educador que não castra a curiosidade do educando, que se insere no movimento interno do ato de conhecer, jamais desrespeita pergunta alguma. Porque, mesmo quando a pergunta, para ele, possa parecer ingênua, mal formulada, nem sempre o é para quem a fez. Em tal caso, o papel do educador, longe de ser o de ironizar o educando, é ajudá-lo a refazer a pergunta, com o que o educando aprende, fazendo, a melhor perguntar. (FREIRE; FAUNDEZ, 1985, p. 25).

Neste trecho, é possível perceber a necessidade de o professor facilitar, orientar e conduzir o ato de perguntar do estudante. Muitas vezes, os estudantes deixam transparecer o medo de perguntar, seja porque acreditam que aquela pergunta em nada acrescenta para a discussão ou porque não conseguem expressar

o que querem saber com clareza. É papel do professor dialogar e ajudar o estudante a reformular suas perguntas, caso seja necessário, criando um ambiente propício a novas perguntas, sem medos e bloqueios.

Sob o mesmo ponto de vista, Roden (2010) destaca ainda que o questionamento é uma habilidade processual necessária ao processo científico. Roden (2010) afirma que as crianças fazem perguntas quando não entendem algo ou quando precisam obter informações para aumentar seu conhecimento sobre um tema. Ao mesmo tempo, observa que “[...] alguns professores consideram as questões dos alunos em relação à ciência uma ameaça para sua autoridade e para seu próprio conhecimento e entendimento, e não um aspecto da aprendizagem que deve ser estimulado” (RODEN, 2010, p. 66). Ela ressalta ainda que:

Embora haja uma expectativa de que os professores se concentrem nas perguntas dos alunos e os ajudem a desenvolver sua capacidade de fazer perguntas, na prática, isso raramente ocorre. Os professores geralmente dizem que os alunos não fazem perguntas, e que aqueles que fazem perguntam coisas que eles têm dificuldade para responder. (RODEN, 2010, p. 68).

Este tipo de afirmação feita por alguns professores corrobora a ideia preconcebida de que o professor deve ser o detentor do conhecimento e sempre ter uma resposta pronta para qualquer pergunta. Contudo, mesmo com a facilidade de acesso a informações advindas de diferentes meios, como as tecnologias digitais, livros e artigos, o professor não necessariamente deve ter respostas prontas para todas as perguntas. Muitas vezes, a realização de uma nova pesquisa pelos próprios estudantes para esclarecer as perguntas dos colegas pode ser mais eficaz do que o professor apresentar uma solução.

Nesse sentido, Roden (2010) sugere que o ideal seria não responder diretamente ao questionamento, mas devolver a pergunta para que um dos colegas de classe possa responder, muitas vezes utilizando uma linguagem mais acessível. Roden (2010, p. 71) também afirma que “[...] ao invés de sempre receberem uma resposta, os alunos devem ser ensinados a fazer suas próprias perguntas, como um meio de obter informações e compreensão da ciência”. Esclarece ainda que “se as investigações se basearem nas próprias questões dos alunos, o resultado não será

conhecido até que comece a exploração, a pesquisa ou a investigação” (RODEN, 2010, p. 71).

Mertins, Galle e Silva (2020, p. 195) destacam que, em relação ao ensino e aprendizagem de Química, “[...] o questionamento permite valorizar contextos relevantes para os estudantes, estabelecendo intercâmbio entre o entorno e os conhecimentos científicos sistematizados”. Deste modo, a partir do questionamento em que os estudantes se envolvem e formulam perguntas sobre o que desejam aprender a respeito de determinado tema, ocorre o segundo momento – a construção de argumentos. Após questionar, os estudantes, em grupo, constroem novas hipóteses, reúnem argumentos para fundamentá-las e organizam esse novo conhecimento por meio da construção de argumentos, os quais devem ser compartilhados para serem validados.

Sobre a argumentação, Ramos (2012) esclarece que as instituições educativas só poderão evoluir mediante uma cultura da argumentação, pois o desenvolvimento dessa capacidade pode conferir maior qualidade ao papel social do sujeito, contribuindo com sua capacidade de decidir e se posicionar. Para este autor, argumentar é

[...] uma variedade discursiva com a qual se pretende defender uma opinião a partir dela persuadir ou convencer um interlocutor mediante provas ou motivos que estão relacionados ao objeto de argumentação [...] é essencialmente comunicação, diálogo, discussão, controvérsia. (RAMOS, 2012, p. 38).

Assim, ao argumentar, o estudante pode se posicionar, expressar suas opiniões e buscar convencer os colegas do grupo. Ao fazer isso, ele fortalece os conhecimentos que já elaborou e fundamenta seus argumentos. A discussão com os argumentos dos outros que surgem do diálogo possibilita a construção de novos argumentos, que levam a um novo conhecer: o aprender.

Para Scarpa (2015, p. 18), argumentar implica em:

[...] expressar razões sobre o que pensamos ou fazemos. Assim, compreender a argumentação é importante tanto para formularmos boas razões para as afirmações proferidas, quanto para avaliarmos as razões fornecidas por outros sobre suas ideias e ações. Saber argumentar e avaliar argumentos são, então, habilidades importantes em várias esferas de circulação humana. Se, por um lado, argumentar contribui para o indivíduo

organizar seu pensamento e expressar a sua vontade; por outro, é por meio da prática pública da argumentação que comunidades comunicacionais são forjadas e que se torna possível estabelecer os consensos necessários a uma vida em sociedade.

Assim sendo, parece existir um consenso de que a argumentação tem conquistado espaço nas investigações em educação (SÁ; QUEIROZ, 2011; SASSERON; CARVALHO, 2011; LIMA; BORGES; RAMOS, 2018; PEZARINI; MACIEL, 2018). As pesquisas indicadas abrangem desde a argumentação no campo filosófico, passando pela educação e se direcionando especificamente ao ensino de Ciências/Química.

Ressalta-se, então, que a construção de argumentos ocorre em quatro passos: a partir do questionamento, constrói-se uma nova hipótese do conhecer; em seguida, reúnem-se argumentos para fundamentá-la; depois, é necessário organizar esses argumentos, preferencialmente em uma produção escrita que, por fim, é submetida às novas críticas e questionamentos do grupo onde se realiza a construção de argumentos (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2012). Seguindo os momentos da Pesquisa em Sala de Aula, após a construção de argumentos, realiza-se a comunicação, que consiste na divulgação dos argumentos construídos pelos estudantes/pesquisadores. Apesar destes três momentos ocorrerem individualmente dentro de um ciclo, eles se entrelaçam e dialogam entre si.

Sobre a comunicação, Ramos (2012, p. 46) considera que a “[...] comunicação escrita, sendo mais complexa que a comunicação oral, encerra conhecimentos mais consistentes da língua natural, fundamental para a argumentação e constituição do sujeito”. Por essa razão, um passo importante na proposta de ensino da Pesquisa em Sala de Aula é a construção de material por escrito para a comunicação, fortalecendo a organização dos argumentos, a elaboração de um raciocínio mais complexo e a colaboração entre os membros do grupo para a construção coletiva. Outro traço característico que diz respeito à proposta da Pesquisa em Sala de Aula é mencionado por Moraes (2012), que aponta que os processos de questionamento, construção de argumentos e discussões precisam ser concretizados na escrita, o que se alcança com a comunicação.

Neste mesmo sentido, Marques (2008, p. 93) ressalta que

[...] não se faz ciência sem escrever: essa é a forma de se comunicar com a comunidade científica. A comunicação oral, em congressos etc., tem duração momentânea e de curto alcance, além de que sempre se faz com o apoio de texto escrito, sem o qual não seria possível discipliná-la e conferi-la.

Além da comunicação ter que passar pela escrita, percebe-se que o fator oral precisa ser levado em conta, pois é no diálogo com o outro que se inicia a construção do argumento e a comunicação deste. De acordo com Freire (2011, p. 29), é tarefa do educador

[...] desafiar o educando com quem se comunica, a quem comunica, a produzir sua compreensão do que vem sendo comunicado. Não há inteligibilidade que não seja comunicação e intercomunicação e que não se funde na dialogicidade. O pensar certo, por isso, é dialógico e não polêmico.

É necessário ressaltar, ainda, que em qualquer relação de aprendizagem, precisa haver comunicação entre as pessoas envolvidas. “Comunicação, por natureza, só é possível em um clima caracterizado por compreensão empática” (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011, p. 38). Mais uma vez, ao se referir à comunicação dialógica, Freire (2011) afirma que é preciso primeiro escutar o que o outro tem a dizer para, então, expressar sua opinião.

Por fim, mas não menos importante, destaco que para Moraes, Galiazzi e Ramos (2012), o primeiro movimento comunicativo se dá no próprio grupo onde foi realizada a pesquisa, ressaltando que é um momento de escrever e falar para tornar compreensíveis os argumentos construídos na etapa anterior. Assim, a comunicação é feita para um grupo mais amplo, sendo um exercício de validação e reconhecimento das “novas verdades” construídas pelo grupo durante a construção de argumentos. É o momento de estar aberto às críticas e, se houver novo questionamento, retomar o trabalho e reiniciar o ciclo visando a melhoria da pesquisa e sua consolidação pelo social (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2012).

Portanto, compreendo que a Pesquisa em Sala de Aula pode contribuir com a aprendizagem em Química dos estudantes, pois potencializa o processo de busca por respostas aos seus questionamentos, a construção de argumentos e a comunicação dos resultados, fomentando a autonomia dos estudantes no processo de aprendizagem. Desta forma, no próximo bloco, abordarei as possibilidades que

essa proposta de ensino favorece para o aprendizado do conteúdo de Cálculo Estequiométrico por estudantes do Ensino Médio, mediante as UAs.

2.3.1 Unidade de Aprendizagem (UA): uma forma de desenvolver a pesquisa

Ao iniciar este tópico, recorro a questão de pesquisa desta investigação: De que modo as ações desenvolvidas no âmbito de uma Unidade de Aprendizagem sobre Cálculo Estequiométrico, na perspectiva da Pesquisa em Sala de Aula, são compreendidas por estudantes do 2º ano do Ensino Médio? Para Silva (2006, p. 44) [...] faz-se necessário pensar em práticas de sala de aula que oportunizem aos alunos exercerem sua capacidade de “aprender a aprender”, de pensar, de pesquisar, de construir e reconstruir um conhecimento significativo.

A autora também utiliza UA como forma de organizar o trabalho do professor e como forma de os estudantes participarem do processo, afirmando que “[...] a UA é uma forma de organizar o trabalho de sala de aula, desde a escolha do tema de interesse dos alunos até a avaliação da própria unidade” (SILVA, 2006, p. 44).

Assim, para organizar o trabalho em sala de aula utilizando uma UA, não é possível se prender a um currículo preestabelecido e rígido, uma vez que cada questionamento pode levar a uma nova busca e um novo conhecimento. Pelo contrário, é necessário utilizar estratégias que permitam um currículo em constante reconstrução e que possa mudar de direção a cada nova descoberta e necessidade.

Moraes (2004) propõe as UAs como um nível estrutural intermediário de um nível mais amplo, constituído por eixos de pesquisa e estudo. Esclarece ainda que as UAs seriam constituídas de “[...] conjuntos de atividades de natureza variadas, integradas na investigação de realidades problemáticas específicas” (MORAES, 2004, p. 29).

Para Moraes e Gomes (2007, p. 263), as UAs são “[...] blocos básicos de organização do currículo. São compostas de conjuntos organizados de atividades, capazes de ajudar na mediação das aprendizagens dos alunos”. Conforme os autores, as UAs

Constituem parte de um movimento complexo de transformação da realidade educativa, especialmente do trabalho de sala de aula. Dessa forma,

representam um dos modos de repensar a escola e o trabalho dos professores. [...] o trabalho com as Unidades de Aprendizagem insere-se num movimento de reconstrução coletiva e participativa de currículos, incluindo, nisto, sua adaptação às diferentes realidades. (MORAES; GOMES, 2007, p. 261).

Dessa maneira, ao organizar uma sequência de atividades que buscam favorecer a aprendizagem dos estudantes em determinado conteúdo, o professor e seus estudantes podem, coletivamente, buscar outras opções além das aulas expositivas. Ao participar da escolha da atividade que será realizada, o estudante passa a sentir-se parte do processo de ensino e aprendizagem e pode perceber que suas vivências e realidade são contempladas e valorizadas.

De acordo com Galle (2016), uma UA se apresenta como uma forma de abandonar a organização linear dos conteúdos conforme apresentada nos livros didáticos, o que não apenas desestimula a aprendizagem, mas também é uma das razões para a falta de criatividade na maioria dos professores. Isso ocorre porque, em geral, os estudantes não participam da elaboração dessa organização de conteúdos, “[...] expondo seus saberes, dialogando e apresentando suas dúvidas e desejos de aprender sobre o assunto” (GALLE, 2016, p. 25). Consequentemente, podem não se sentir motivados a aprender determinado conteúdo proposto, pois ele não surge de seu desejo de aprender. Nesse sentido, a autora sugere que a

[...] UA não desvaloriza os livros didáticos, mas dialoga com eles e com tantos outros artefatos do conhecimento, agregando, sintetizando, ampliando diálogos teóricos e práticos, configurando desta forma não só a figura do professor, mas de todos os participantes, com competência para mudar a escola. (GALLE, 2016, p. 28).

Portanto, não se trata de abandonar os conteúdos e atividades propostos nos documentos regulamentadores e nos livros didáticos, mas de utilizá-los de modo a complementar outras formas de aprender e ensinar. Entre essas alternativas estão palestras, oficinas, aulas experimentais ou pesquisas orientadas, dentre outras. São situações que possibilitam que todos possam ser participantes ativos do processo de ensino e aprendizagem, e não apenas o professor ensinando e o estudante aprendendo.

Essa visão se fundamenta na forma como as UAs são apresentadas por Galiazzi *et al.* (2004), pois são construídas dialogicamente no ambiente da sala de aula. De acordo com esses autores, as UAs seriam

[...] modos alternativos de planejamento, elaboração e organização dos trabalhos em sala de aula. Essas unidades estão alicerçadas em princípios macroestruturadores, que são a epistemologia construtiva e social da aprendizagem, a pesquisa e a complexidade, e microestruturadores, que são: a problematização do conhecimento inicial do grupo, o questionamento dialógico e a argumentação. (GALIAZZI *et al.*, 2004, p. 68).

Assim, se as UAs forem organizadas na perspectiva da Pesquisa em Sala de Aula, devem incluir os momentos já mencionados (questionamento, construção de argumentos e comunicação). Por isso, uma UA pode iniciar pelo delineamento de justificativas para a escolha de um determinado tema, mas isso não se constitui uma obrigatoriedade, visto que a UA é uma forma flexível, dinâmica, investigativa, a ser construída pelo professor e inserida em uma proposta de abertura, flexibilidade e autoria.

Para Galiazzi *et al.* (2004), o trabalho segue do individual para o coletivo e depois retorna ao individual. Em um primeiro momento, individualmente, os estudantes expõem suas teorias pessoais – conhecimento prévio –, preferencialmente registrando-os. Em seguida, são definidos os conhecimentos que se pretende favorecer e as formas de torná-los explícitos aos estudantes.

Ademais, Moraes e Gomes (2007) nos ensinam que existem três maneiras principais de realizar essa investigação sobre os conhecimentos iniciais de diferentes sujeitos. Eles propõem que, inicialmente, é possível: i) apresentar uma palavra ou expressão e pedir que cada um escreva sobre isso; ii) desafiar os participantes a escreverem perguntas sobre o tema, já que “perguntas são modos de expressar conhecimentos iniciais”; e iii) promover um diálogo sobre o tema e, enquanto este avança, cada participante escreve as ideias ou os questionamentos que vão surgindo.

Em seguida, no coletivo, ocorre o diálogo, que é um dos alicerces das UAs, onde os argumentos são construídos e os conhecimentos são consolidados. Em um próximo momento, retorna-se para o individual, onde o estudante pode expressar como se deu a complexificação daquele conhecimento inicial, o que sugere a aprendizagem. Neste momento,

O aluno é estimulado a fazer conexões entre as várias áreas do conhecimento, defendendo seu ponto de vista e construindo seu saber por meio da fala e da produção escrita. Neste processo, escrever é fundamental para desenvolver a competência argumentativa. (MORAES; GOMES, 2007, p. 265).

Nesta fase da UA, como explicitam Moraes e Gomes (2007), é realizada a categorização, reunindo as perguntas “[...] que sejam consideradas parte do mesmo conjunto” e criando “um título para este conjunto” [...] (MORAES; GOMES, 2007, p. 249). No processo de categorização podem surgir inúmeras categorias, que podem ser reorganizadas em categorias intermediárias e, por fim, agrupadas em grupos menores (categorias finais). Dessa forma, é possível associar o número de categorias finais ao número de grupos em que os participantes ou estudantes serão organizados.

Na sequência do trabalho, cada grupo analisa as questões, busca respondê-las coletivamente e organiza os argumentos para apresentar ao grande grupo. Neste estágio também é possível planejar outras atividades que auxiliem o grupo a responder às questões, trazendo conhecimentos específicos necessários para a discussão.

Ainda de acordo com Galiazzi *et al.* (2004), é preciso pensar nas atividades que serão desenvolvidas, nos tempos e espaços que estarão disponíveis (tanto para atividades individuais como para as coletivas) e na forma como a avaliação da UA será conduzida. Portanto, é necessário estar

[...] atento aos sinais que emergem na prática de sala de aula e que podem indicar os limites e as possibilidades do trabalho desenvolvido. Para isso o registro das impressões da aula, os trabalhos dos alunos em forma de portfólios, a avaliação do grupo, podem fornecer dados para uma avaliação mais sistemática e fundamentada da unidade. (GALIAZZI *et al.*, 2004, p. 82).

As UAs são “[...] modos coletivos e participativos na construção de currículos” (MORAES; GOMES, 2007, p. 263). Também consideram que o conhecimento não é transmitido do professor para o estudante, mas “[...] construído e reconstruído com a participação ativa de quem aprende” (MORAES; GOMES, 2007, p. 263), o que exige o envolvimento de todos os interessados.

Sobre a participação coletiva dos estudantes na construção da UA, Silva (2006) afirma que ela se dá dia a dia, pois nenhum dia é igual ao outro e todos os

estudantes têm suas diferenças. Assim, a cada momento chegam informações e descobertas que não podem ser ignoradas e isso enriquece o trabalho de ambos (estudantes e professor).

Isso garante à Unidade de Aprendizagem uma maior flexibilidade e abertura, pois é um processo em permanente construção e, pode, a todo momento, ser complementado e aperfeiçoado com novas contribuições e intervenções necessárias. (SILVA, 2006, p. 45).

Tendo em vista o exposto, é evidente que desenvolver UAs é uma forma de trabalhar com a proposta de ensino da Pesquisa em Sala de Aula. Desse modo, esta pesquisa condensa uma proposta de ensinar pela pesquisa, por meio do desenvolvimento de uma UA. Para complementar as ferramentas empregadas nesta investigação, apresento a seguir um recurso empregado com vistas a fomentar um Ambiente Virtual de Aprendizagem.

2.4 *Google Classroom*: um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) como meio de interação

O *Google Classroom* é um recurso aberto e gratuito, de fácil acesso, que pode contribuir tanto com o ensino de Química quanto para outras áreas do conhecimento. Assim, visando as atividades que podem ser desenvolvidas em uma UA, bem como minha tradição como professora-pesquisadora em empregar o *Google Classroom* e a massiva adoção do mesmo durante o período do Ensino Remoto Emergencial (ERE), justifico a escolha deste Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) nesta investigação.

Os três momentos da Pesquisa em Sala de Aula podem ser contemplados nas atividades planejadas em uma UA. Algumas das atividades da UA podem ser realizadas de maneira remota, utilizando ambientes virtuais de aprendizagem, como o *Google Classroom*. Essas atividades podem ser utilizadas para favorecer o questionamento, a construção de argumentos e a comunicação, bem como proporcionar momentos de autonomia, autoria, protagonismo e construção colaborativa entre os estudantes.

Em vista do uso deste AVA, abordarei o histórico do *Google Classroom* e apresentarei alguns autores que discutem seu uso. Esse ambiente virtual de

aprendizagem foi criado em 2014. De acordo com o próprio site da *Google*⁶, é uma ferramenta gratuita de fácil acesso e uso, que pode contribuir com os professores no gerenciamento e avaliação dos processos de ensino e de aprendizagem, melhorando a conexão com os estudantes na escola, em casa e em qualquer lugar/espço (GOOGLE, 2021).

De acordo com Silva e Santos Junior (2019), o *Google Classroom* é uma plataforma que possibilita a interação, organização e orientação personalizada, adaptando-se ao ritmo de estudo de cada estudante. Sendo assim, pode subsidiar o ensino com foco no estudante, podendo torná-lo protagonista de sua aprendizagem. Aliado a isso, o *Google Suite for Education (GSuite)* oferece um conjunto de ferramentas de comunicação e produtividade destinadas a promover a colaboração e a criatividade, que incluem: *Gmail*, *Google Docs*, *Google Drive*, dentre outros.

Witt (2015) descreve o *Google Classroom* como um sistema de gerenciamento de sala de aula para professores que lidam com várias classes. Ele possibilita a publicação de avisos para as turmas, as atribuições e o compartilhamento de arquivos entre os sujeitos que estão naquele ambiente virtual. Além disso, a sala de aula é protegida por códigos de acesso, o que garante a segurança das informações compartilhadas. Essas características são essenciais na organização das atividades das UAs para os diferentes grupos dentro de uma mesma turma e possibilitam ao professor acompanhar a construção de argumentos, discussões, questionamentos e comunicações realizadas pelos estudantes.

De acordo com Silva, Andrade e Santos (2020), o *Google Classroom* é um sistema que viabiliza ao professor a criação de atividades de ensino e formas diversificadas de avaliações. Além disso, oportuniza um gerenciamento das atividades e o acompanhamento pessoal de cada estudante no seu próprio ritmo. Essas possibilidades fornecidas pelo AVA são importantes para esta investigação, que utiliza a Pesquisa em Sala de Aula como proposta de ensino, permitindo que os estudantes construam argumentos durante o desenvolvimento da mesma, a partir de diferentes grupos de pesquisa.

⁶ Mais informações podem ser encontradas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: https://edu.google.com/intl/ALL_br/workspace-for-education/classroom/. Acesso em: 29 ago. 2022.

Para Schiehl e Gasparini (2016), a utilização de metodologias de ensino, incluindo o *Google Classroom*, aproximou o professor dos estudantes, promovendo colaboração entre esses sujeitos. Neste sentido, Kenski (2003, p. 114) esclarece que:

A colaboração difere da cooperação por não ser apenas um auxílio ao colega na realização de alguma tarefa ou a indicação de formas para acessar determinada informação. Ela pressupõe a realização de atividades de forma coletiva, ou seja, a tarefa de um complementa o trabalho de outros.

Na Pesquisa em Sala de Aula, a colaboração dos estudantes desempenha um papel fundamental, visto que, no momento da construção de argumentos, os aprendizes do grupo devem trabalhar juntos buscando responder aos questionamentos uns dos outros. Essa interdependência exige aprendizados complexos de interação permanente, respeito às ideias dos outros, superação das diferenças e busca de resultados que beneficiem a todos.

Sobre a colaboração, Witt (2015, p. 14) aponta que, quando os estudantes trabalham em um projeto de grupo, “[...] podem interagir no mesmo documento, trabalhando em diferentes seções ou colaborando em seções do documento”. Já para Kenski (2003, p. 131), nas “[...] comunidades virtuais em que vigoram os princípios da aprendizagem colaborativa, cada membro do grupo é responsável pela sua aprendizagem e pela aprendizagem dos demais participantes”. Portanto, a aprendizagem colaborativa favorece a complexificação dos conhecimentos, como defendido por Moraes (2007), uma vez que envolve várias aprendizagens em conjunto, complementando-se e autoquestionando-se, tornando o conhecimento mais rico e amplo.

Dessa forma, tomando por base a similaridade com a sala de aula presencial, as novas possibilidades advindas do acesso à *internet* e outras ferramentas de tecnologia digital disponíveis, considero ser possível e viável utilizar o ambiente do *Google Classroom* para desenvolver algumas atividades da UA, elaborada na perspectiva da Pesquisa em Sala de Aula, visando melhorar o engajamento dos estudantes e favorecer a aprendizagem de Cálculo Estequiométrico.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo, apresento os desdobramentos metodológicos desta pesquisa, iniciando pela caracterização e tipo de pesquisa realizada. Na sequência, resgato o problema e os objetivos da pesquisa, bem como o contexto e os participantes da investigação. Posteriormente, descrevo os instrumentos de coleta de dados empregados para a construção do *corpus* de análise. Por fim, exploro a metodologia de análise empregada.

3.1 Caracterização da pesquisa

Esta investigação é de natureza qualitativa, conforme algumas características apontadas por Bogdan e Biklen (1994). A primeira característica evidencia que os dados são coletados diretamente no ambiente e o pesquisador é o instrumento-chave. A segunda característica aponta que a pesquisa qualitativa é descritiva e a terceira indica que os pesquisadores se preocupam mais com o processo e não apenas com os resultados e o produto obtido. A quarta característica define que os pesquisadores qualitativos tendem a analisar seus dados indutivamente. Por fim, a quinta característica infere que a preocupação essencial na abordagem qualitativa é com o significado (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Tendo em vista esta caracterização, segundo Bogdan e Biklen (1994), a presente pesquisa pode ser compreendida como qualitativa, uma vez que todo o processo é descritivo (segunda característica) e evidenciei o processo de aprendizagem como o principal resultado, sendo mais importante que o produto (terceira característica). Toda a análise dos resultados foi realizada indutivamente e de modo descritivo (quarta característica). Por fim, almejo que esta investigação e seus resultados possam contribuir com a área de ensino de Química (quinta característica).

Outro elemento importante destacado por Gerhardt e Silveira (2009) é que as pesquisas qualitativas não se preocupam com representatividade numérica, mas sim com o aprofundamento da compreensão de um grupo social ou organização. Nesse sentido, concentrei-me em investigar estudantes de uma turma do Ensino Médio de

uma escola pública do estado do Paraná. Da mesma forma, Gray (2016, p. 53) compreende que, ao invés de utilizar instrumentos e procedimentos padronizados, a pesquisa qualitativa considera cada problema como objeto de uma pesquisa específica para a qual são necessários instrumentos e procedimentos específicos. Diante disso, a pesquisa ocorreu em um ambiente de ensino e de aprendizagem, no qual todos os participantes fazem parte de um grupo social em uma organização educacional. Ademais, os processos de ensino e de aprendizagem têm mais relevância do que o produto final, e cada situação necessita de um instrumento de pesquisa específico.

Esta investigação é classificada como pesquisa participante, caracterizada pelo envolvimento dos pesquisadores e dos pesquisados no processo investigativo e pela identificação do pesquisador com as pessoas investigadas. O pesquisador faz parte do grupo e está “imerso” no contexto em que acontece a pesquisa de campo, compartilhando e experimentando as vivências deste grupo (GIL, 2008; GERHARDT; SILVEIRA, 2009; GRAY, 2016).

Para Gil (2021), a observação participante se diferencia das demais pela participação real do pesquisador na vida do grupo que está sendo estudado, ou seja, o observador é um membro do grupo, ainda que até certo ponto. O mesmo autor define a observação participante como a “[...] técnica pela qual o pesquisador chega ao conhecimento da vida de um grupo a partir do interior dele mesmo” (GIL, 2008, p. 87).

Assim, considero que minha observação foi realizada como participante-observador, visto que minha condição de professora da turma e pesquisadora foi reconhecida durante todo o tempo em que estivemos reunidos desenvolvendo a investigação. A seguir, apresento o contexto e os participantes da pesquisa, bem como a dinâmica do trabalho do professor da Rede Pública de Ensino do Estado do Paraná atualmente.

3.2 Questão e objetivos da pesquisa

Esta investigação tem como questão de pesquisa: “De que modo as ações desenvolvidas no âmbito de uma Unidade de Aprendizagem sobre Cálculo

Estequiométrico, na perspectiva da Pesquisa em Sala de Aula, são compreendidas por estudantes do 2º ano do Ensino Médio?”. Já o objetivo geral consiste em identificar as compreensões dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio em torno das ações desenvolvidas em uma Unidade de Aprendizagem elaborada sob a perspectiva da Pesquisa em Sala de aula em Cálculo Estequiométrico.

Entre os objetivos específicos desta pesquisa, destaco:

- Caracterizar o contexto de ensino e aprendizagem de Cálculo Estequiométrico na Educação Básica da Rede Pública do Estado do Paraná, sob a perspectiva do uso da Pesquisa em Sala de Aula, por meio de uma UA voltada para o 2º ano do Ensino Médio;
- Elaborar uma UA a partir das perguntas formuladas por estudantes diante de uma notícia relacionada a um tema específico e a um contexto associado ao conteúdo de Cálculo Estequiométrico;
- Desenvolver uma UA empregando os pressupostos da Pesquisa em Sala de Aula com vistas a ensinar Cálculo Estequiométrico para estudantes do 2º ano do Ensino Médio;
- Analisar o desenvolvimento da UA sobre Cálculo Estequiométrico, a partir dos pressupostos da Pesquisa em Sala de Aula, para estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública do estado do Paraná;
- Identificar, diante das atividades desenvolvidas na UA o modo como os estudantes percebem as atividades desenvolvidas na UA no processo de aprendizagem;
- Elaborar um PE na forma de um *e-book* a partir de uma UA sobre Cálculo Estequiométrico, na perspectiva da Pesquisa em Sala de Aula.

3.3 Contexto e participantes de pesquisa

A investigação foi conduzida no colégio onde atuo como professora de Química há 23 anos. Este colégio está localizado na região sul da cidade de Curitiba, no estado do Paraná. A escola possui 27 turmas dos Anos Finais do Ensino Fundamental e 23 turmas de Ensino Médio, distribuídas nos períodos matutino e vespertino. A pesquisa foi realizada com os estudantes de uma turma de 2º ano do

Ensino Médio do período matutino. O objetivo ao fazer essa escolha foi possibilitar a esses estudantes diferentes formas de aprender, com práticas interdisciplinares e dinâmicas, envolvendo distintas atividades investigativas mediante o uso da proposta de ensino de Pesquisa em Sala de Aula.

Assim, um total de 34 estudantes participaram da pesquisa, dos quais 19 eram do sexo biológico feminino e 15 do sexo biológico masculino, com idades variando entre 16 e 18 anos. Com vistas a garantir o anonimato dos estudantes que participaram da pesquisa, os seus nomes foram substituídos por siglas relacionadas aos nomes de elementos químicos. O Quadro 3 apresenta os participantes da pesquisa juntamente com os elementos químicos correspondentes.

Quadro 3 - Identificação dos participantes pelos elementos químicos

| Participante da pesquisa | Elemento químico representado | |
|--------------------------|-------------------------------|------------------|
| | Símbolo | Nome do Elemento |
| Estudante 1 | Ag | Prata |
| Estudante 2 | Al | Alumínio |
| Estudante 3 | Am | Americío |
| Estudante 4 | Ar | Argônio |
| Estudante 5 | Mn | Manganês |
| Estudante 6 | Kr | Criptônio |
| Estudante 7 | O | Oxigênio |
| Estudante 8 | Ga | Gálio |
| Estudante 9 | Li | Lítio |
| Estudante 10 | Ge | Germânio |
| Estudante 11 | I | Iodo |
| Estudante 12 | Co | Cobalto |
| Estudante 13 | Se | Selênio |
| Estudante 14 | Cl | Cloro |
| Estudante 15 | K | Potássio |
| Estudante 16 | La | Lantânio |
| Estudante 17 | Os | Ósmio |
| Estudante 18 | B | Boro |
| Estudante 19 | Lu | Lutécio |
| Estudante 20 | Lv | Livermório |
| Estudante 21 | Na | Sódio |
| Estudante 22 | Mt | Meitnério |
| Estudante 23 | Au | Ouro |
| Estudante 24 | Mg | Magnésio |

| | | |
|--------------|----|------------|
| Estudante 25 | Md | Mendelévio |
| Estudante 26 | N | Nitrogênio |
| Estudante 27 | Ni | Níquel |
| Estudante 28 | P | Fósforo |
| Estudante 29 | Pd | Paládio |
| Estudante 30 | Ra | Radio |
| Estudante 31 | C | Carbono |
| Estudante 32 | Si | Silício |
| Estudante 33 | Sm | Samário |
| Estudante 34 | V | Vanádio |

Fonte: Autoria própria (2022)

Com base no exposto, organizei uma UA com atividades realizadas durante o período de agosto a dezembro de 2022. As principais atividades desenvolvidas foram: resolução de questões e problemas contextualizados, tanto em grupos quanto individualmente, palestras, pesquisas na *internet* utilizando a sala de computadores, aulas experimentais, seminários, visitas técnicas, entre outras. Descreverei minuciosamente essas atividades no capítulo cinco.

No tópico a seguir, optei por fazer um relato sobre a realidade cotidiana do professor da Rede Pública do Estado do Paraná. O objetivo é situar o leitor quanto às atividades desenvolvidas por esses professores nessa rede de ensino, as demandas que lhe são atribuídas e as adaptações necessárias para conduzir esta investigação, que envolve a implementação de uma “nova” proposta de ensino.

3.3.1 O cotidiano do professor da Rede Pública do Estado do Paraná

No estado do Paraná, as escolas públicas (estaduais e municipais) utilizam o Livro Registro de Classe *On-line* (LRCO), instituído pela Resolução nº 3550/2022 GS/SEED (PARANÁ, 2022), como documento eletrônico para o registro *on-line* de frequências, conteúdos, planejamentos e avaliações dos estudantes. Trata-se de um ambiente *on-line* que é acessado pelo professor por meio de *login* e senha.

Dentro do LRCO, os professores podem acessar planos de aula específicos para seus componentes curriculares e para as séries que atuam, assim como sugestões pedagógicas e encaminhamentos metodológicos. Os planos de aula estão divididos em trimestres e são organizados por tema, conteúdo, conhecimentos prévios

e objetivos. Esses planos disponíveis não incluem somente os conteúdos essenciais, mas também informações e atividades complementares. Na barra de ferramentas “planejamento”, é possível encontrar *links* para videoaulas, *slides* e listas de exercícios, que podem ser editados ou complementados pelo professor com outros materiais à sua escolha. Além disso, há um espaço para que o professor avalie cada aula ministrada. Na Figura 3 é possível visualizar uma captura de tela de uma turma e trimestre abertos na aba de planejamento.

Figura 3 - Visualização do LRCO

REDE ESTADUAL
Registro de Classe Online

PLANEJAMENTO

ENSINO MEDIO - 2ª Série - Manhã - B - QUIMICA - 3º Trimestre

A partir de: 22/01/2022

Clonar de

| Aula(s) | Resumo do Planejamento | Ações |
|---------|--|-------|
| 1009 | Nivelamento: Classificação periódica dos elementos e as principais famílias. Videoaula: Link Encaminhamentos Metodológicos/ Slides: Link Exercícios: Link Outros: Link | + |
| 1010 | Nivelamento: Balanceamento de reações químicas. Videoaula: Link Encaminhamentos Metodológicos/ Slides: Link Exercícios: Link | + |
| 1011 | Nivelamento: Introdução à reações de oxirredução. Videoaula: Link Encaminhamentos Metodológicos/ Slides: Link | + |

<https://lrco.paas.pr.gov.br/home>

Fonte: Adaptado de LRCO (2023)

O LRCO pode ser acessado por meio do Portal Escola Digital⁷, que é um recurso educacional digital da Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED-PR). Este portal foi desenvolvido em 2019 com o objetivo de disponibilizar plataformas (Inglês Paraná, Redação Paraná), ferramentas (Alura, Matfic, LRCO) e conteúdos para estudantes, professores e gestores da Educação Básica.

O sistema já organiza os conteúdos que devem ser trabalhados em cada período (trimestre), eliminando a necessidade de o professor fazer seu próprio planejamento. No entanto, cada conteúdo já tem um número específico de aulas, o que não leva em consideração as especificidades de cada turma, professor ou metodologia/proposta de ensino. Não há espaço para inovação metodológica ou

⁷ Mais informações podem ser encontradas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <https://professor.escoladigital.pr.gov.br/>. Acesso em: 05 jan. 2023.

experimentação, uma vez que estas modificações devem ser inseridas no planejamento e, muitas vezes, demandam mais aulas do que as previstas no LRCO.

Além disso, o sistema do LRCO apresenta frequentes problemas operacionais e de acesso. Muitas vezes, os professores não conseguem acessar o sistema para registrar a frequência ou o conteúdo durante as aulas, seja por sobrecarga de tráfego ou pela falta de sinal de *wi-fi* na escola.

Em síntese, este relato busca indicar a organização do Sistema de Ensino Público do Estado do Paraná, especificamente no Ensino Médio, nível em que atuo como docente e onde a pesquisa foi realizada. É evidente que estamos vivenciando um período de pouca autonomia para os professores. Embora os documentos legais que orientam a educação no Brasil e no Paraná fundamentem práticas de ensino pautadas na investigação e no uso de diferentes recursos, a prática é bem distinta e não condiz com o disposto nesses documentos. Em outras palavras, é exigido que o professor da educação pública do estado do Paraná siga o LRCO, que o torna um mero reprodutor do conteúdo já pronto, impedindo-o de preparar, elaborar e construir conhecimento, bem como desestimulando o uso de novos recursos e metodologias/propostas de ensino.

Portanto, o desenvolvimento desta investigação, que engloba a Pesquisa em Sala de Aula e as atividades em torno da UA, implicou em não se vincular ao planejamento estabelecido pelo LRCO durante o período da investigação. Foi necessário criar um planejamento à parte, uma vez que o LRCO não permite propostas de ensino que demandem mais tempo e uma organização diferente da prevista. Assim, a turma de estudantes envolvida na pesquisa não teve aulas sobre o conteúdo que estava previsto no LRCO para o período (sobre pilhas e os impactos ambientais causados por elas), mas concentrou-se na realização de trabalhos de pesquisa sobre esse tema. Essa adaptação foi necessária para possibilitar o progresso da pesquisa, já que as atividades elaboradas para a UA necessitariam do período da aula para serem efetivadas.

Tendo em vista que a investigação ocorreu com o desenvolvimento de uma UA, a seguir apresento os instrumentos de coleta de dados utilizados nesta investigação.

3.4 Instrumentos de coleta de dados

Para esta pesquisa de natureza qualitativa, utilizei diversos instrumentos de coleta de dados com o objetivo de compreender de forma abrangente o contexto analisado, isto é, o ambiente cotidiano dos participantes desta pesquisa. “No caso dos seres humanos em seu dia a dia: como falam, em que acreditam, o que sentem, como pensam, como interagem, etc.” (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013, p. 417). Uma das características da pesquisa qualitativa é que o pesquisador desempenha um papel central na coleta de dados, pois além de obter a informação, ele também a analisa (BOGDAN; BIKLEN, 1994; SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013).

[...] na indagação qualitativa os instrumentos não são padronizados, nela se trabalha com várias fontes de dados, que podem ser entrevistas, observações diretas, documentos, material audiovisual, etc. [...] Além disso, coleta dados de diferentes tipos: linguagem escrita, verbal e não verbal, condutas observáveis e imagens. (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013, p. 417).

Gray (2016) afirma que, independentemente da metodologia de pesquisa utilizada, o seu êxito depende do uso de ferramentas de coleta de dados consistentes e confiáveis. Entre os instrumentos de coleta de dados apresentados por este autor estão relatos de aula, questionários, diários de campo e outros. No entanto, na pesquisa qualitativa, os instrumentos de coleta de dados não são padronizados e podem ser definidos pelo próprio pesquisador. Dado que o desenvolvimento da UA nesta pesquisa envolveu a elaboração de diversas atividades, cada uma delas implicou na utilização de pelo menos um instrumento de coleta de dados. Deste modo, a seguir apresento os instrumentos utilizados nesta investigação.

3.4.1 Relatos de aula

De acordo com Gray (2016, p. 323), um relato pode fazer parte do processo de coleta de dados, como “[...] o relato das experiências do próprio pesquisador, seus sentimentos, seus receios, suas ansiedades e seus sentidos sociais quando envolvidos com pessoas em campo”. Assim, o relato dos estudantes envolvidos na

investigação também pode ser um instrumento de coleta de dados eficaz. Esse tipo de relato pode fornecer informações, como as percepções dos estudantes acerca da atividade realizada. Utilizei esse instrumento para investigar as percepções dos estudantes com relação à proposta de ensino da Pesquisa em Sala de Aula em diversas etapas da UA.

3.4.2 Questionário

O questionário é formado por um conjunto de questões ou perguntas organizadas em determinada ordem. Estas questões podem ser: i) abertas, quando não possuem respostas únicas e podem solicitar explicações; ii) fechadas, quando possuem respostas como “sim” ou “não” ou outra pré-determinada; ou iii) mistas, quando combinam as duas primeiras (GRAY, 2016).

Para esta pesquisa, utilizei um questionário (Apêndice A) com questões abertas e fechadas acerca de uma das atividades da UA e um questionário final aplicado com os líderes dos grupos. Para o questionário com os líderes de grupo, utilizei questões abertas acerca da sua aprendizagem, do questionar em aula, do uso da proposta de ensino da Pesquisa em Sala de Aula, do trabalho em grupo e do uso do AVA.

3.4.3 Diários de campo

Sobre os diários de campo, Gray (2016, p. 153) considera que, na pesquisa qualitativa, “[...] o pesquisador é considerado parte válida do contexto de pesquisa, suas ideias, seus sentimentos e suas percepções se tornam parte dos dados”. Desta forma, manter um diário com os processos envolvidos, experiências (positivas e desafiadoras), reflexões sobre a interpretação, apresentação de resultados e mudanças de direção ajuda o pesquisador a manter um registro adequado e uma postura reflexiva.

Assim, registrei em um arquivo digital as experiências vivenciadas com os estudantes em cada etapa da investigação, a organização do trabalho em sala de aula e algumas percepções de pré-análise dos dados coletados naqueles momentos

específicos. Este diário está codificado como DP (diário da pesquisadora) e será utilizado também na análise dos dados.

3.4.4 Materiais produzidos pelos estudantes

Durante a investigação, diferentes materiais produzidos pelos estudantes foram recolhidos e utilizados para análise. Entre esses materiais, incluem-se os seminários-comunicação (inicialmente gravados em áudio e, posteriormente, transcritos para a análise), assim como os materiais produzidos pelos estudantes para esses seminários (*slides*, cartazes e textos informativos) e atividades de resolução de exercícios contextualizados envolvendo Cálculo Estequiométrico.

3.5 Metodologia de análise de dados

Os dados produzidos durante a investigação, isto é, o *corpus* de pesquisa, foram analisados mediante a Análise Textual Discursiva (ATD). Conforme Moraes e Galiuzzi (2016, p. 34), a ATD pode ser compreendida como

[...] um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem a partir de uma sequência recursiva de três componentes: a desconstrução dos textos do “corpus”, a unitarização; o estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar o emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada.

Neste sentido, a ATD se organiza em três momentos, chamados de: i) desmontagem dos textos (unitarização); ii) estabelecimento de relações (categorização); e iii) captando o novo emergente (metatexto).

Moraes e Galiuzzi (2016) compreendem que a unitarização se dá inicialmente com a leitura do *corpus* da pesquisa, que não precisa necessariamente ser uma produção escrita, mas pode incluir imagens e outros tipos de expressão linguística. É o momento de examinar os materiais e buscar sentidos explícitos ou implícitos. As interpretações que surgem são feitas pelo leitor, que neste caso é o pesquisador, a partir de seus conhecimentos e teorias. Uma forma de valorizar a perspectiva dos participantes é fazer um esforço para deixar de lado as próprias ideias e teorias nessa

etapa. A leitura continua até que a saturação seja atingida, ou seja, “[...] quando a introdução de novas informações nos produtos da análise já não produz modificações nos resultados anteriormente atingidos” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 39).

Como resultado dessa leitura, ocorre a desconstrução dos textos, quando surgem as unidades de análise, também denominadas unidades de significado ou de sentido⁸. É necessário desorganizar e desconstruir para alcançar novas compreensões. Cada unidade de sentido recebe um título que expressa seu significado.

O segundo momento é a categorização, que Moraes e Galiazzi (2016, p. 44) descrevem como

[...] um processo de comparação constante entre as unidades definidas no processo inicial da análise, levando a agrupamentos de elementos semelhantes. Os conjuntos de elementos de significação próximos constituem as categorias.

Segundo os autores, a produção de categorias pode ocorrer de três formas. Na primeira, as unidades de sentido podem se enquadrar em categorias determinadas *a priori* pelo pesquisador (método dedutivo). Na segunda, as categorias podem “emergir” do discurso (método indutivo)⁹. Na terceira, as categorias podem surgir da intuição a partir de um conjunto complexo de partida (método intuitivo), que traz “[...] dentro de si a subjetividade, o foco na qualidade, a ideia de construção, a abertura ao novo” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 47).

Por fim, após as unidades de sentido serem extraídas dos textos originais e categorizadas, inicia-se a produção dos metatextos, que consistem na descrição das categorias estabelecidas ou “[...] um esforço de exposição de sentidos e significados em sua aproximação mais direta com os textos analisados” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 57). Em suma, esse processo é o que Moraes e Galiazzi (2016, p. 57) denominam de um “[...] exercício de construir e de expressar uma compreensão mais aprofundada, indo além da expressão de construções obtidas a partir dos textos e de um exercício meramente descritivo”. Os autores esclarecem que o metatexto

⁸ Para este trabalho, optei por utilizar o termo “unidade de sentido”.

⁹ Nesta investigação, também escolhi trabalhar com categorias que emergem das falas dos estudantes.

resultante desse processo “[...] representa um esforço em explicitar a compreensão que se apresenta como produto de uma nova combinação dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 34).

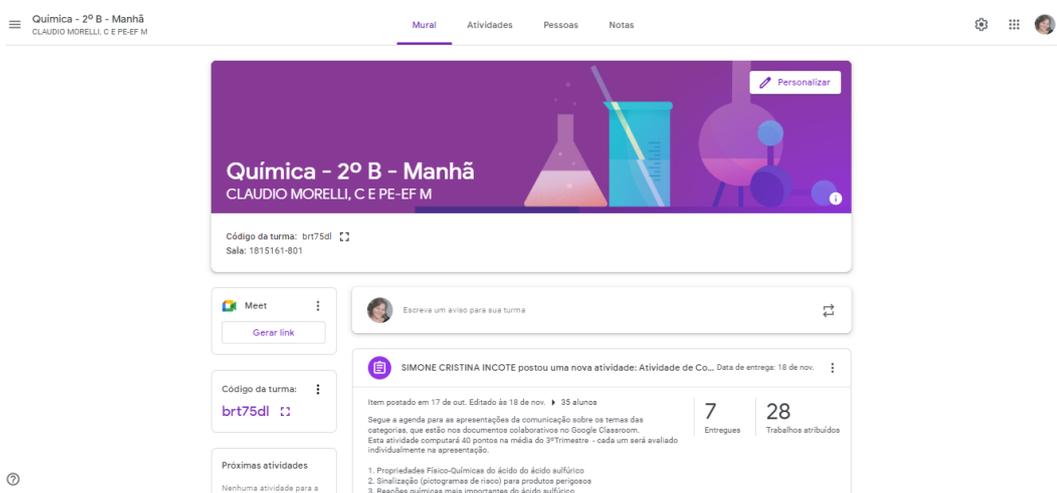
4 DESENVOLVENDO A PESQUISA: ORGANIZAÇÃO E RESULTADOS

Neste capítulo, apresento as atividades desenvolvidas na Unidade de Aprendizagem e a organização adotada para os códigos dos materiais de análise.

4.1 Descrição da Unidade de Aprendizagem realizada

A organização e desenvolvimento da UA na perspectiva da Pesquisa em Sala de Aula teve como ponto de partida a postagem, no *Google Classroom* da turma, de uma notícia sobre um acidente envolvendo o derramamento de ácido sulfúrico em uma rodovia federal¹⁰. Destaco que, desde o início do calendário escolar de 2022, já havia criado a sala de aula no *Google Classroom*, e os estudantes já estavam habituados a acessar a plataforma virtual. A Figura 4 representa a página inicial deste ambiente.

Figura 4 - Sala de aula da turma na plataforma *Google Classroom*



Fonte: Adaptado de *Google Classroom* (2022)

¹⁰ Mais informações sobre esse acidente podem ser encontradas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <https://www.canalideal.com.br/noticia/acidente-com-caminhao-carregado-com-quimico-pode-ter-contaminado-rio-na-br-376-entre-sc-e-parana>. Acesso em: 15 ago. 2022.

A orientação que forneci foi para que cada estudante lesse a notícia e escrevesse perguntas sobre curiosidades, dúvidas, interesses e o que gostaria de saber em relação àquela notícia. Para isso, disponibilizei um formulário¹¹ no mesmo ambiente virtual de aprendizagem. Essa etapa corresponde ao primeiro momento da Pesquisa em Sala de Aula, isto é, o “questionamento”.

Contudo, apenas 13 estudantes escreveram perguntas no formulário, totalizando 65 perguntas. Uma vez que o número de estudantes envolvidos neste primeiro momento foi pequeno, a notícia foi abordada novamente em sala de aula, de forma impressa, com a leitura de todos. Em seguida, solicitei que cada estudante escrevesse suas perguntas em uma folha para entregar durante a aula. Como resultado, foram elaboradas 160 perguntas pelos estudantes, mas após leitura e análise, restaram 126 perguntas¹², uma vez que excluí as perguntas homônimas.

Uma vez coletadas as perguntas dos estudantes, agrupei aquelas que se referiam ao mesmo tema e indiquei, em uma tabela, uma cor para cada pergunta, em seguida, um título para cada conjunto de perguntas do mesmo tema. Dessa forma, em uma atividade extraclasse, realizei a categorização das perguntas, chegando a sete categorias. Informei aos estudantes como a categorização foi realizada e expliquei que eles deveriam formar sete grupos por afinidade. Em seguida, realizei um sorteio entre os grupos formados pelos estudantes, e cada grupo ficou responsável por uma das categorias.

Assim, no quadro a seguir apresento os estudantes (por meio do elemento químico) e os nomes designados para cada categoria, pelos quais cada aprendiz ficou responsável.

¹¹ No formulário constava apenas a identificação do estudante e uma orientação para que ele elaborasse cinco perguntas sobre o que ainda gostaria de saber acerca daquele tema após a leitura da notícia.

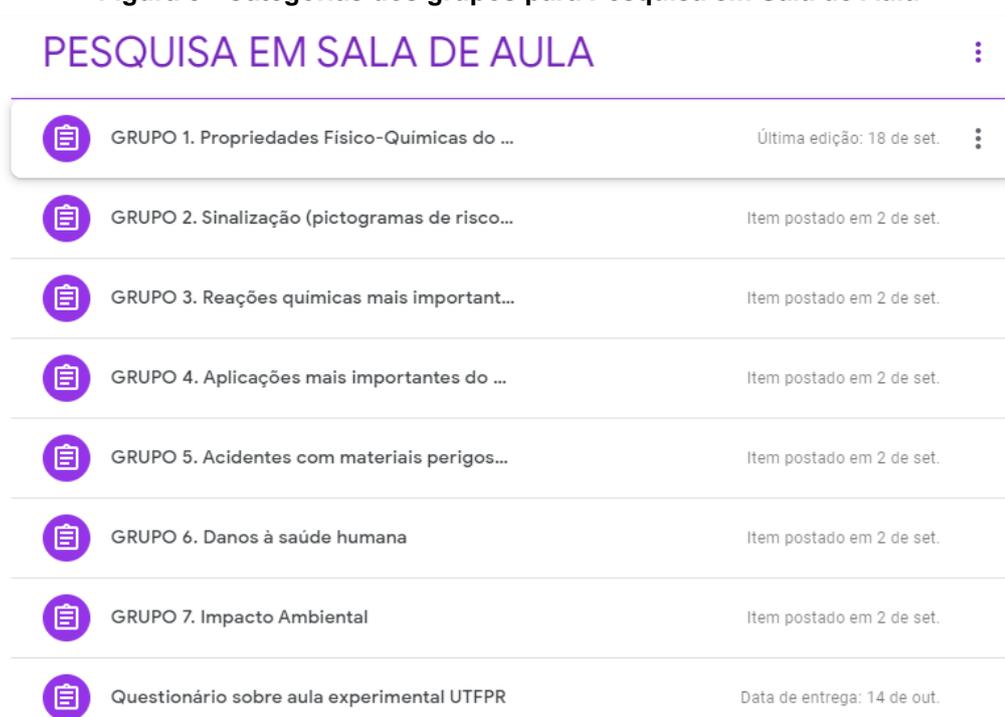
¹² A lista com todas as perguntas dos estudantes já categorizadas está disponível no Apêndice B.

Quadro 4 - Composição das categorias com os participantes da pesquisa

| Categoria | Nome da categoria | Composição da categoria |
|------------------|---|--------------------------------|
| Categoria 1 | Propriedades Físico-Químicas do ácido sulfúrico | Ge, Cl, Sm, Ra |
| Categoria 2 | Sinalização (pictogramas de risco) para produtos perigosos | Al, Mn, Ni, P, V |
| Categoria 3 | Reações químicas mais importantes do ácido sulfúrico | Ag, Am, Li, Lv, N |
| Categoria 4 | Aplicações mais importantes do ácido sulfúrico | Ga, Kr, Os, Na, Mt |
| Categoria 5 | Acidentes com materiais perigosos no Brasil | O, Se, B, Lu, Si |
| Categoria 6 | Danos à saúde humana causados pelo ácido sulfúrico | Ar, Co, K, Pd, C |
| Categoria 7 | Impacto ambiental causado por acidentes com ácido sulfúrico | I, La, Au, Mg, Md |

Fonte: Autoria própria (2022)

Dessa forma, formaram-se sete grupos¹³, com até cinco estudantes em cada um, e as categorias foram distribuídas em postagens no *Google Classroom*, com um documento para edição colaborativa para cada grupo. A representação das categorias pode ser conferida na Figura 5.

Figura 5 - Categorias dos grupos para Pesquisa em Sala de Aula

Fonte: Adaptado de Google Classroom (2022)

¹³ Cada grupo de até cinco estudantes indicou um líder que teria a função de organizar o cronograma de trabalho do grupo, distribuir tarefas, motivar o grupo e, ao final da investigação, responder um questionário para líderes.

No documento colaborativo, postado no AVA, encontravam-se algumas orientações sobre como a pesquisa poderia ser desenvolvida, com o objetivo de responder à categoria designada. Os estudantes foram orientados a realizar as pesquisas necessárias de modo a reunir argumentos que respondessem às perguntas relacionadas ao tema de sua categoria. Essas perguntas, feitas pelos próprios estudantes sobre cada categoria, estavam listadas no documento colaborativo da atividade. De acordo com as orientações fornecidas nos grupos do AVA, foi solicitado que cada grupo produzisse um material para a comunicação da pesquisa realizada. Além disso, outra orientação que constava no AVA de cada grupo era a busca de um artigo científico relacionado à temática da categoria, a fim de construir argumentos em torno das perguntas.

Após essas orientações iniciais e a organização dos grupos, as atividades em torno da UA foram desenvolvidas no contexto das aulas de Química, envolvendo outros espaços e profissionais. Na sequência são destacadas essas atividades que culminaram com o seminário-comunicação das categorias resultantes das pesquisas efetivadas pelos grupos.

4.1.1 Atividade 1: Visita virtual

Algumas perguntas dos estudantes versavam sobre a qualidade da água do rio afetado pelo acidente da notícia apresentada no início da pesquisa, questionando se a água poderia ser consumida após o incidente. Assim, organizei uma visita técnica à Estação de Tratamento de Água Miringuava¹⁴, que é administrada pela Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar). Essa visita foi agendada para o dia 02 de setembro de 2022, das 09 às 11 horas.

No entanto, posteriormente, recebi um *e-mail* confirmando que a visita seria virtual, o que causou certa frustração entre os estudantes, que desejavam estar

¹⁴ Mais informações sobre esta ou outras estações de tratamento de Curitiba e região metropolitana podem ser encontradas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <https://e-ambiental.sanepar.com.br/pt-br/visitar/estacao-de-tratamento-de-agua-miringuava>. Acesso em: 08 ago. 2022.

presencialmente na estação de tratamento. Ademais, durante a visita virtual, enfrentamos problemas de conexão com a *internet*, tanto no local da estação de tratamento quanto na escola. Esses problemas se manifestaram no áudio e nas imagens disponibilizadas durante a visita. Além disso, houve dificuldades internas na turma, como conversas paralelas, que prejudicaram a capacidade dos estudantes de manterem o interesse e a concentração durante a visita virtual.

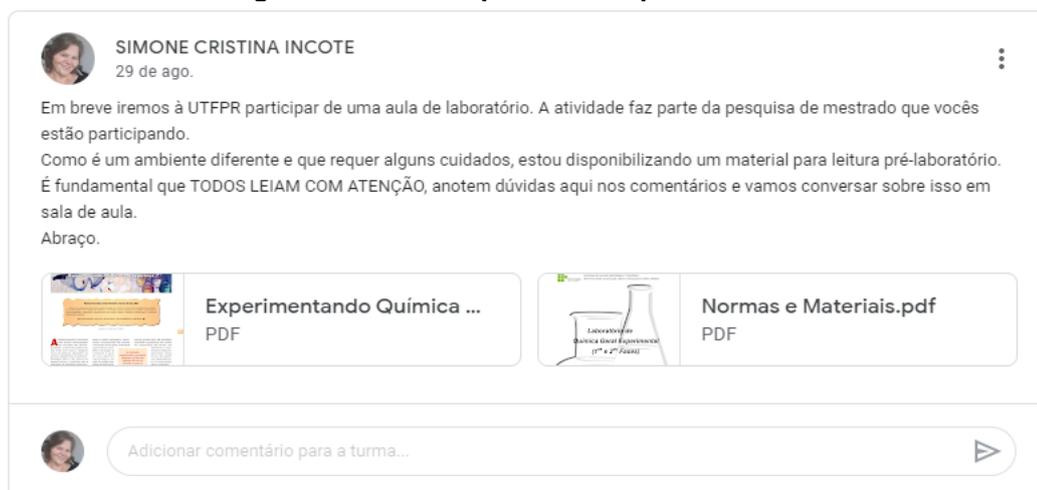
A visita virtual foi realizada via *Google Meet*, onde o mediador disponibilizado pela Sanepar explicou como a visita funcionaria. Além disso, outro mediador presente na Estação de Tratamento de Água Miringuava mostrou todos os tanques onde o tratamento da água é realizado, explicando as etapas desse processo.

4.1.2 Atividade 2: Normas e materiais

Como os estudantes participantes desta pesquisa, em nenhum momento estiveram em um laboratório de Ciências/Química e sequer participaram de aulas práticas, elaborei uma atividade com o objetivo de apresentar algumas regras de segurança e os materiais de laboratório. Essa atividade visou promover um embasamento para a aula experimental (atividade 3). Para tanto, disponibilizei no mural do AVA um artigo sobre Experimentação no ensino de Química¹⁵ e um material adaptado que continha algumas Regras de Segurança em Laboratório e informações sobre o Material de Laboratório¹⁶. Dessa forma, cada estudante poderia realizar a leitura e esclarecer suas dúvidas antes da atividade experimental. A Figura 6 apresenta a postagem dos materiais disponibilizados para leitura no AVA.

¹⁵ Mais informações sobre o artigo podem ser encontradas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc27/09-eeq-5006.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2022.

¹⁶ Mais informações sobre o material adaptado podem ser encontradas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <https://bitly.com/JzNRApdMx>. Acesso em: 15 ago. 2022.

Figura 6 - Materiais para estudo pré-laboratório

Fonte: Adaptado de Google Classroom (2022)

A fim de identificar dúvidas e dificuldades dos estudantes após a leitura dos materiais supramencionados, foi realizada uma atividade em sala de aula nos dias 13 e 16 de setembro de 2022. Essa atividade foi conduzida em trios e abordou questões de identificação de símbolos de risco, vidrarias, procedimentos de segurança e outros temas relacionados à aula experimental. Os dados coletados constam como um dos materiais produzidos pelos estudantes para análise posterior, identificada no quadro a seguir.

Quadro 5 - Atividades sobre normas e materiais

| Integrantes | Código Material de Análise |
|--------------------|-----------------------------------|
| Md, Sm, Au | NM1 |
| Ge, Cl, Ra | NM2 |
| O, Se, Si | NM3 |
| K, Co | NM4 |
| Al, Ar, P | NM5 |
| Lv, Ag, Am | NM6 |

Fonte: Autoria própria (2022)

No geral, levando em consideração o número de estudantes na turma (34 discentes), esperava que houvesse pelo menos 11 atividades entregues. No entanto, apenas cinco trios e uma dupla devolveram a atividade, totalizando apenas 17 estudantes que efetivamente participaram, entregando a atividade solicitada.

4.1.3 Atividade 3: Aula experimental na UTFPR

Outra atividade desenvolvida na UA foi uma aula experimental no laboratório da UTFPR, agendada em duas etapas, devido à capacidade do laboratório, que comporta apenas 18 estudantes por vez. As aulas foram marcadas para os dias 22 e 29 de setembro de 2022, com a presença de 17 estudantes em cada um dos dias.

Durante a aula experimental na UTFPR, no dia 22 de setembro, os estudantes foram organizados em grupos de três e cada um ficou responsável por manipular os materiais em um dos três experimentos propostos¹⁷. Foram propostos três experimentos diferentes sobre reações químicas. Posteriormente, organizei com os estudantes um cronograma para que todos pudessem comunicar os resultados obtidos nesses experimentos.

No dia 29 de setembro, outro grupo de estudantes foi até a UTFPR para realizar outros três experimentos¹⁸. Da mesma forma que o grupo anterior, eles foram organizados em grupos de três e orientados para que cada estudante manipulasse os materiais em um dos experimentos. Essa abordagem permitiu que todos tivessem a oportunidade de manusear os materiais e vidrarias.

Na aula seguinte, na escola, após a aula experimental, solicitei aos estudantes que escrevessem relatos sobre como se sentiram ao ter a oportunidade de participar de uma aula experimental em um laboratório universitário. Orientei os estudantes para que relatassem suas impressões sobre o acesso e a manipulação de materiais como vidrarias, soluções e reagentes. No entanto, apenas nove estudantes entregaram os relatos, que estão codificados conforme o Quadro 6.

Quadro 6 - Relatos sobre aula na UTFPR

| Representação dos estudantes pelos elementos químicos | Código |
|--|---------------|
| Argônio | Rlt Ar |
| Germânio | Rlt Ge |
| Iodo | Rlt I |
| Lítio | Rlt Li |
| Livermório | Rlt Lv |
| Manganês | Rlt Mn |
| Prata | Rlt Ag |

¹⁷ Os roteiros dos experimentos realizados no dia 22 de setembro de 2022 estão no Apêndice E.

¹⁸ Os roteiros dos experimentos realizados no dia 29 de setembro de 2022 estão no Apêndice E.

| | |
|---------|--------|
| Rádio | RIt Ra |
| Samário | RIt Sm |

Fonte: Aatoria própria (2022)

Além do relato solicitado, também foi disponibilizado aos estudantes, por meio do AVA, um questionário sobre a aula experimental. O questionário obteve 14 respostas, codificadas da seguinte forma: Q (questionário); E (experimental), seguido pelo símbolo do elemento químico que representa cada participante, conforme o Quadro 7.

Quadro 7 - Questionários sobre experimentos

| Estudante | Código |
|-----------|--------|
| C | QEC |
| Cl | QECI |
| Co | QECo |
| Ga | QEGa |
| Ge | QEGe |
| I | QEI |
| K | QEK |
| Lv | QELv |
| Md | QEMd |
| Mg | QEMg |
| Mn | QEMn |
| Na | QENa |
| Ra | QERa |
| Sm | QESm |

Fonte: Aatoria própria (2022)

4.1.4 Atividade 4: Oficina de toxicologia ambiental na UTFPR

Nos mesmos dias da aula experimental, foi programada uma oficina com um ensaio de ecotoxicidade aguda utilizando micro-organismos *Daphnia magna*¹⁹ (conhecida popularmente como pulga d'água, um microcrustáceo empregado em estudos ecotoxicológicos). A oficina foi preparada pelas professoras responsáveis do Laboratório de Ecotoxicologia da UTFPR, que está vinculado ao Departamento Acadêmico de Química e Biologia (DAQBI).

¹⁹ Mais informações sobre esse microcrustáceo podem ser encontradas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3404/1/CT_PPGCTA_M_Knapik%2c%20Lu%2c%20Felipe%20Onisanti_2018.pdf. Acesso em: 29 ago. 2022.

Durante essa oficina, os estudantes tiveram a oportunidade de aprender como os organismos vivos, especificamente as *Daphnias magnas*, se comportam quando são expostos a ambientes ácidos (como a água do rio contaminada com o tombamento do caminhão de ácido sulfúrico, referente à notícia que deu início à investigação). Os estudantes puderam visualizar e manipular as *Daphnias magnas* em uma solução de controle (água pura) e em soluções diluídas de ácido sulfúrico em diferentes concentrações. Assim, eles puderam constatar que as *Daphnias magnas* não sobrevivem, ainda que a concentração de ácido sulfúrico fosse pouco concentrada (baixa).

4.1.5 Atividade 5: Aula expositiva dialogada

Nos dias 23 e 28 de setembro de 2022, ministrei duas aulas que envolviam exercícios baseados em situações contextualizadas que exigiam o uso do Cálculo Estequiométrico para resolução. Durante essas aulas, os estudantes fizeram perguntas e alguns conseguiram resolver os exercícios com a ajuda de explicações adicionais durante as resoluções. Realizei uma revisão dos conteúdos de cálculo de massa molecular e molar, balanceamento de equações pelo método das tentativas e as leis ponderais, que são necessários para a elaboração do Cálculo Estequiométrico.

Além dos três exercícios propostos para a aula, formulei duas perguntas relacionadas ao trabalho de pesquisa de cada categoria que os grupos estavam conduzindo, a fim de investigar as razões da pequena contribuição dos estudantes no documento colaborativo. As perguntas foram as seguintes: i) O que está sendo mais difícil no trabalho com a Pesquisa em Sala de Aula? e ii) Que contribuição você já fez no documento colaborativo que está no *Google Classroom*? Ao final desta aula, 23 estudantes entregaram a atividade. O quadro a seguir detalha a participação deles na atividade.

Quadro 8 - Exercícios da aula

| Tema das Questões | Realizaram a atividade proposta | Não realizaram a atividade proposta |
|--|--|--|
| Exercícios sobre balanceamento de equações | 10 | 13 |

| | | |
|--|---|----|
| Exercício contextualizado de Cálculo Estequiométrico | 6 | 17 |
| Perguntas sobre contribuição no documento colaborativo | 5 | 18 |

Fonte: Autoria própria (2022)

Dos 23 estudantes que entregaram a atividade, seis não fizeram nenhum dos exercícios e entregaram a atividade em branco.

4.1.6 Atividade 6: Aula no laboratório de informática

Visando melhorar o tempo destinado à construção de argumentos, agendei uma aula para pesquisa nos computadores do laboratório de informática da escola. A aula estava programada para durar 50 minutos, mas ocorreram algumas complicações com o agendamento. Primeiro, o laboratório designado para a turma não tinha capacidade para acomodar todos os estudantes. Além disso, os computadores não estavam atualizados, a *internet* não conectava e demorei algum tempo da aula para localizar a chave do laboratório, o que comprometeu o tempo que seria designado para o uso dos computadores.

É importante ressaltar que na escola, os estudantes não têm acesso à *internet* aberta, apenas nos laboratórios de informática, que constantemente são utilizados pelos professores dos componentes curriculares que possuem plataformas específicas, como Redação Paraná, Matfic, Alura, entre outras. Portanto, as opções de laboratório de informática disponíveis na escola não são suficientes para todos, e as agendas desses espaços são muito disputadas.

Apesar desses contratemplos, alguns estudantes utilizaram sua própria conexão à *internet* para a pesquisa, enquanto outros realizaram diferentes atividades e discussões. Alguns poucos conseguiram pesquisar nos computadores disponíveis.

4.1.7 Atividade 7: Palestra com bombeiro

Outra atividade desenvolvida na UA foi uma palestra ministrada por um bombeiro civil voluntário na escola. A palestra ocorreu no dia 07 de outubro de 2022, das 8h às 10h, na escola, a partir da disponibilidade do bombeiro.

Durante a palestra, o bombeiro explicou a responsabilidade dos órgãos que regulamentam as normas técnicas relacionadas ao transporte de materiais perigosos, além de discutir a legislação relacionada à identificação de caminhões e os acidentes mais comuns que ocorrem no estado do Paraná e no país, entre outros tópicos relevantes. Os estudantes também puderam fazer perguntas e esclarecer dúvidas sobre questões relacionadas ao acidente da notícia lida no início da pesquisa, bem como sobre outras situações envolvendo o transporte de materiais químicos e acidentes em estradas ou indústrias.

4.1.8 Atividade 8: Seminário-comunicação dos experimentos

No mês de outubro de 2022, ocorreram as atividades de comunicação que representam o terceiro momento da Pesquisa em Sala de Aula, isto é, a comunicação. O Quadro 9 explicita o cronograma para as comunicações realizadas.

Quadro 9 - Cronograma para seminário-comunicação dos experimentos

| Data | Grupo | Integrantes | Conteúdo da Comunicação |
|-------------|--------------|--------------------|--|
| 21/10/2022 | G1 | Ge, Cl, Sm, Ra | Experimento 1 – Queima do Magnésio |
| 21/10/2022 | G5 | Ar, Co, K, Pd, C | Experimento 1 – Queima do Bombril |
| 26/10/2022 | G2 | Al, Mn, Ni, P, V | Experimento 2 – Água oxigenada e batata |
| 26/10/2022 | G6 | Ag, Am, Li, Lv, N | Experimento 2 – Fermento e vinagre |
| 28/10/2022 | G4 | Ga, Kr, Os, Na, Mt | Experimento 3 – Oxidação do Alumínio em meio ácido |
| 28/10/2022 | G7 | I, La, Au, Mg, Md | Experimento 3 – Soprar Cal na água |
| - | G3 | O, Se, B, Lu, Si | Elaboraram perguntas sobre todos os experimentos comunicados |

Fonte: A autoria própria (2022)

As comunicações dos experimentos foram organizadas de acordo com os tipos de reações, sendo as semelhantes abordadas no mesmo dia. Essa estratégia permitiu a comparação dos resultados obtidos e incentivou a reflexão sobre as semelhanças e diferenças entre esses experimentos. Isso possibilitou que os estudantes desenvolvessem argumentos para responder às perguntas formuladas durante as comunicações.

Em tempo, esclareço que o grupo da categoria 3 (Reações químicas mais importantes do ácido sulfúrico) teve integrantes que participaram dos experimentos realizados nos dois dias. Deste modo, esses estudantes não foram agendados para realizar comunicações, mas, em vez disso, foram designados para elaborar perguntas aos grupos que comunicaram seus experimentos.

4.1.9 Atividade 9: Seminário-comunicação das categorias

No mês de novembro de 2022, os estudantes realizaram as comunicações das categorias e responderam às perguntas elaboradas pela turma no início da investigação. Além disso, apresentaram os produtos que foram orientados no início da pesquisa, com o objetivo de aprofundar os conhecimentos sobre cada temática da categoria. O Quadro 10 explicita o cronograma das comunicações realizadas.

Quadro 10 - Cronograma para comunicação das categorias

| Data | Grupo | Integrantes | Conteúdo da Comunicação |
|------------|-------|--------------------|--|
| 09/11/2022 | G1 | Ge, Cl, Sm, Ra | Propriedades físico-químicas do ácido sulfúrico |
| 11/11/2022 | G2 | Al, Mn, Ni, P, V | Sinalização (pictogramas de risco) para produtos perigosos |
| 16/11/2022 | G6 | Ag, Am, Li, Lv, N | Danos à saúde humana |
| 18/11/2022 | G4 | Ga, Kr, Os, Na, Mt | Aplicações mais importantes do ácido sulfúrico |
| 23/11/2022 | G3 | O, Se, B, Lu, Si | Reações químicas mais importantes do ácido sulfúrico |
| 25/11/2022 | G5 | Ar, Co, K, Pd, C | Acidentes com materiais perigosos no Brasil |
| 30/11/2022 | G7 | I, La, Au, Mg, Md | Impacto ambiental |

Fonte: Autoria própria (2022)

Em vista das comunicações realizadas pelos grupos de estudantes, as quais versaram sobre as categorias de interesse, o Quadro 11 apresenta os dados codificados relativos à construção de argumentos dos estudantes do seguinte modo: SC (seminário-comunicação); Cat (categoria), seguido do número que indica a categoria.

Quadro 11 - Materiais produzidos nas comunicações

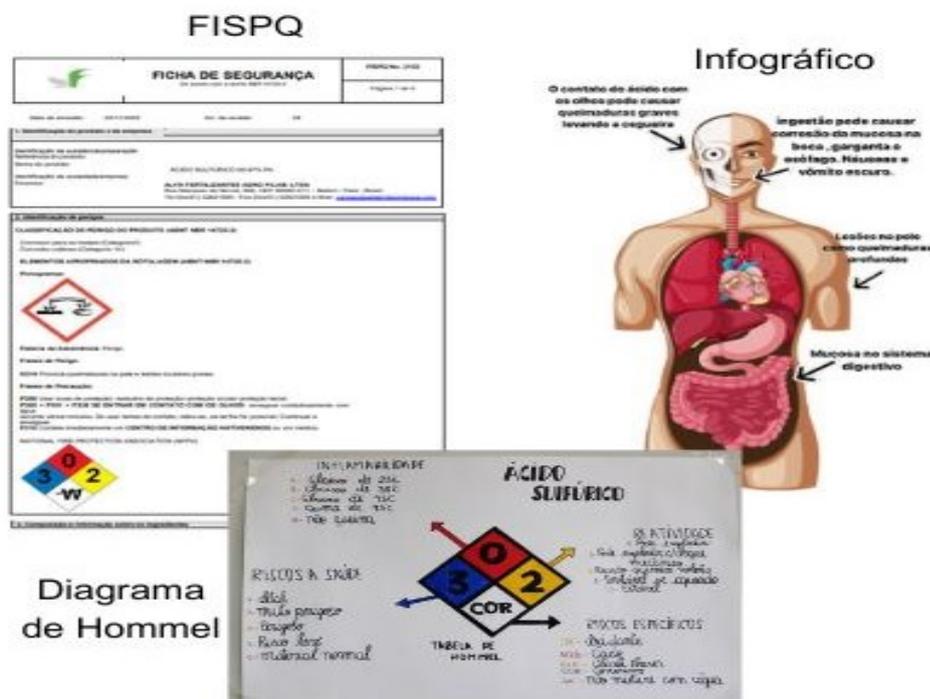
| Categoria | Descrição | Código |
|---|--|--------|
| Propriedades físico-químicas do ácido sulfúrico | Diagrama de Hommel e a FISPQ. | SCCat1 |
| Sinalização (pictogramas de risco) | Cartaz com pictogramas de risco para transporte e uma maquete de como o caminhão deveria estar | SCCat2 |

| | | |
|--|---|--------|
| para produtos perigosos | identificado para o transporte do ácido sulfúrico. | |
| Reações químicas mais importantes do ácido sulfúrico | Vídeo mostrando algumas reações do ácido sulfúrico com outras substâncias e organismos e suas consequências. | SCCat3 |
| Aplicações mais importantes do ácido sulfúrico | Elaborar um mapa do Brasil e um mapa da Região Sul com principais indústrias que utilizam o ácido sulfúrico. | SCCat4 |
| Acidentes com materiais perigosos no Brasil | Linha do tempo - de 1990 a 2022 - com as principais informações sobre acidentes com materiais perigosos no Brasil (data, material, danos, impactos) e um panfleto com as informações do acidente com ácido sulfúrico e as curiosidades sobre ele. | SCCat5 |
| Danos à saúde humana | Infográfico do corpo humano mostrando os principais órgãos afetados pelo contato/ingestão do ácido sulfúrico e um manual de primeiras medidas em caso de contato. | SCCat6 |
| Impacto ambiental | Maquete do local do acidente que demonstra como ocorreu a contaminação e elaborar propostas de preservação e resgate da fauna e flora após o acidente/sugestões para evitar futuros casos de acidente no local. | SCCat7 |

Fonte: Autoria própria (2022)

Dos materiais solicitados, apenas os grupos SCCat1 e SCCat6 entregaram os materiais finalizados. Esses materiais serão codificados como Material Produzido (MP), seguido do número da categoria correspondente (1 e 6): MP1 e MP6, e estão indicados na Figura 7. Os demais grupos não apresentaram o material solicitado no dia da comunicação, alegando dificuldades na organização do grupo ou falta de tempo para a realização do mesmo.

Figura 7 - Materiais produzidos para as comunicações



Fonte: Autoria própria (2022)

4.1.10 Síntese das atividades da Unidade de Aprendizagem

Tendo em vista a diversidade de atividades elaboradas para a UA, apresento a seguir o Quadro 12, com uma síntese onde se pode ver, além das datas e ações desenvolvidas também o instrumento de coleta de dados empregado em cada uma delas.

Quadro 12 - Síntese das atividades da Unidade de Aprendizagem

| Atividade da UA | Código | Data(s) | Ações desenvolvidas | Instrumento de coleta de dados |
|--------------------|--------|------------|---|--|
| Questionamento | AQ | 20/06/2022 | Estudantes elaboraram perguntas a partir da leitura da notícia sobre acidente com caminhão transportando ácido sulfúrico. | Questões no AVA e por escrito na sala de aula. |
| Visita virtual | VV | 02/08/2022 | Visita virtual à estação de tratamento de água do Minguava. | Relatório de visita feito em grupos na sala de aula. |
| Normas e materiais | NM | 13/09/2022 | Atividade em trios sobre normas de segurança e materiais de laboratório. | Atividade realizada em trios em sala de aula. |

| | | | | |
|--|----|--------------------------|--|--|
| Aula experimental na UTFPR | AE | 22/09/2022 29/09/2022 | Aula experimental no laboratório da UTFPR. | Questionários sobre aula experimental e relatos sobre a aula experimental. |
| Oficina de ecotoxicologia ambiental na UTFPR | OE | 22/09/2022 29/09/2022 | Aula demonstrativa no laboratório da UTFPR. | |
| Aula expositiva dialogada | EX | 23/09/2022 28/09/2022 | Aula expositiva com exercícios contextualizados com Cálculo Estequiométrico. | Atividade de resolução de exercícios. |
| Aula no laboratório de informática | LI | 05/10/2022 | Atividade em laboratório de informática para utilização da <i>internet</i> para pesquisas. | Áudio-gravação das conversas e questionamentos durante aula. |
| Seminário-comunicação dos experimentos | CE | Durante 10/2022 | Comunicação dos grupos sobre os resultados dos experimentos realizados na UTFPR. | Apresentação oral em sala de aula (gravação em áudio) e <i>slides</i> preparados pelos grupos. |
| Palestra com bombeiro | PB | 07/10/2022 | Palestra na sala de aula com bombeiro civil sobre transporte de materiais perigosos. | Questionamentos feitos durante a palestra |
| Seminário-comunicação das categorias | SC | Durante 11/2022 | Comunicação dos grupos sobre as atividades solicitadas no documento colaborativo no AVA. | Apresentação oral em sala de aula (gravação em áudio) e <i>slides</i> preparados pelos grupos. |

Fonte: Autoria própria (2022)

4.2 Questionário com os líderes de grupo

No início de dezembro de 2022, foram distribuídos os questionários aos líderes de cada grupo das categorias. Originalmente, estava previsto um total de sete questionários, no entanto, um dos estudantes não compareceu no dia e, como o ano letivo já estava encerrando, não foi possível entregar o questionário a ele posteriormente. Portanto, apenas seis estudantes líderes dos grupos responderam ao questionário.

O questionário aplicado a esses estudantes pode ser consultado no Apêndice C. A codificação utilizada para as respostas segue o seguinte formato: QL (Questionário com Líder), seguido do símbolo do elemento químico que designa cada estudante, por exemplo, Mn, Al, etc. Uma síntese desse instrumento de coleta de dados está disponível no Quadro 13.

Quadro 13 - Questionário com líderes de grupo

| Estudante | Código |
|-----------|--------|
| K | QLK |
| La | QLLa |

| | |
|----|----------------|
| Li | QLLi |
| Mt | QLMt |
| Ra | QLRa |
| Si | Não compareceu |
| V | QLV |

Fonte: Autoria própria (2022)

Em síntese, levando em consideração a quantidade e a qualidade dos dados coletados, para esta análise, optei por considerar os dados provenientes dos relatos dos estudantes (RLT+símbolo do estudante), o questionário (QE+símbolo do estudante), o questionário final dos líderes dos grupos (QL+símbolo do estudante), os materiais produzidos pelos estudantes e o meu diário de campo. Os áudios das comunicações não foram transcritos integralmente devido à falta de qualidade. No entanto, algumas falas anotadas no meu diário de pesquisa foram incluídas, pois, no momento em que foram registradas durante as comunicações, pareceram relevantes para a análise.

Tendo descrito a Pesquisa em Sala de Aula, contemplando seus momentos (questionamento, construção de argumentos e comunicação), em que foram desenvolvidas diversas atividades investigativas em torno da UA, apresento a seguir as unidades de sentido resultantes da análise realizada no *corpus* de pesquisa, empregando a ATD como artefato epistemológico de análise.

5 APRENDIZAGENS, INQUIETAÇÕES E DESAFIOS DOS ESTUDANTES NA UNIDADE DE APRENDIZAGEM SOBRE CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO

Neste capítulo, dedico-me a apresentar as unidades de sentido e as categorias que delas emergiram, bem como a análise realizada por meio da ATD. A partir da leitura dos materiais produzidos pelos estudantes (o *corpus* de análise), procedi à desmontagem dos textos em unidades de sentido. A partir dessas unidades de sentido, emergiram três categorias finais, que estão indicadas no quadro a seguir.

Quadro 14 - Unidades de sentido e categorias finais

| Unidades de Sentido | Categorias Finais |
|----------------------------|---|
| 20 unidades | Aprendizagem dos estudantes na prática e suas relações com a teoria |
| 7 unidades | As perguntas dos estudantes nas atividades com Pesquisa em Sala de Aula |
| 11 unidades | Dificuldades enfrentadas pelos estudantes durante a Unidade de Aprendizagem |

Fonte: Autoria própria (2023)

Após a desmontagem do *corpus* de pesquisa, as 38 unidades de sentido obtidas foram agrupadas em três categorias finais, a saber: i) Aprendizagem dos estudantes na prática e suas relações com a teoria; ii) A pergunta dos estudantes nas atividades com Pesquisa em Sala de Aula; iii) Dificuldades enfrentadas pelos estudantes durante a Unidade de Aprendizagem.

Na categoria denominada **Aprendizagem dos estudantes na prática e suas relações com a teoria** apresento como o entusiasmo e a novidade, decorrentes do espaço experimental ofertado, podem favorecer a aprendizagem e como os estudantes demonstram já ter tido acesso a conhecimentos abordados nos experimentos em outros meios.

Na categoria denominada **As perguntas dos estudantes nas atividades com Pesquisa em Sala de Aula** abordo as percepções dos estudantes sobre os tipos de perguntas que elaboram e apresento as falas dos estudantes que demonstram a pergunta como manifestação do interesse dos estudantes em aprender.

Na terceira categoria, denominada **Dificuldades enfrentadas pelos estudantes durante a Unidade de Aprendizagem**, apresento algumas dificuldades

dos estudantes em torno dos conhecimentos necessários para a compreensão do Cálculo Estequiométrico, em manter a concentração e a atenção durante as atividades e no desenvolvimento do trabalho em equipe.

Assim, apresento posteriormente os metatextos constituintes de cada categoria.

5.1 Aprendizagem dos estudantes na prática e suas relações com a teoria

Nesta categoria, abordo as percepções dos estudantes sobre a aprendizagem na prática e suas relações com a teoria, conforme expressas nos diferentes instrumentos de coleta de dados.

De acordo com a LDB, uma das finalidades do Ensino Médio na Educação Básica é permitir a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos, relacionando a teoria com a prática no ensino de cada componente curricular (BRASIL, 1996). Já a BNCC define competência como a “[...] mobilização de conhecimentos [...], conceitos e procedimentos, e as habilidades, práticas, cognitivas e socioemocionais, como atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2018, p. 8). Em síntese, tanto na LDB quanto na BNCC, aprender relacionando a teoria com a prática é imperativo, sendo uma habilidade necessária ao estudante durante sua escolarização.

Assim, uma das ações da UA oportunizou aos estudantes uma atividade experimental, e uma das categorias que emergiu do discurso dos estudantes estava relacionada à aprendizagem na prática e suas relações com a teoria.

Nesta categoria estão as percepções dos estudantes de que as atividades práticas experimentais favoreceram a aprendizagem, uma vez que oportunizou a manipulação de materiais que até então só conheciam por meio de vídeos ou livros, além de trabalhar com reagentes que tinham apenas ouvido falar durante as aulas. Os estudantes percebem uma relação entre as aulas teóricas e a prática, pois reconhecem termos, nomes e conceitos que já foram discutidos em sala de aula. Sobre essa relação, Santos e Menezes (2020, p. 189) afirmam que

[...] as atividades experimentais se configuram em uma importante estratégia didática, uma vez que propiciam um ambiente favorável às abordagens das dimensões teórica, representacional e, sobretudo, fenomenológica do conhecimento químico.

Assim, durante a aula experimental, o estudante pode visualizar de modo concreto um fenômeno que foi ou será estudado na dimensão teórica e, ao mesmo tempo, pode ser representado utilizando uma linguagem própria da Química, com símbolos e equações. Dessa forma, os três níveis de abordagem – fenomenológico, teórico e representacional (MACHADO, 2004) – podem ser articulados em uma aula experimental.

A partir das manifestações dos estudantes nos dados coletados, foi possível observar o entusiasmo de alguns deles por estarem fora do ambiente escolar, no laboratório de uma universidade. Como a escola em que a pesquisa ocorreu não possuía, no momento da investigação, laboratório de Química ou Ciências para o desenvolvimento das aulas experimentais, e considerando que os estudantes realizaram o 9º ano e o 1º ano do Ensino Médio exclusivamente de maneira remota devido à pandemia da Covid-19, eles não tiveram a oportunidade de estar em um laboratório de Química. As falas de alguns aprendizes expressam esse sentimento:

Uma experiência única e inesquecível! (RltMn).
Eu nunca tinha participado de uma aula assim [...] (RltSm).
Foi uma experiência incrível, saímos totalmente da rotina [...] foi tudo muito legal e mágico [...] (RltAg).
Foi algo realmente novo [...] eu nunca tinha participado de uma aula assim (RltI).
[...] me senti muito feliz, pois tive oportunidade de ver de pertinho os materiais e objetos que são utilizados em um laboratório de Química [...] (RltSm).

Palavras como “*incrível*”, “*muito legal*”, “*mágico*”, “*experiência única e inesquecível*”, e até mesmo “*me senti muito feliz*”, demonstram o entusiasmo dos estudantes ao vivenciarem a experiência de conhecer uma universidade e manipular experimentos químicos. Esse entusiasmo pode ser um fator que melhora o engajamento dos estudantes com a atividade proposta, motivando-os a realizar o que foi sugerido, favorecendo a aprendizagem, uma vez que o estudante se sente bem ao desenvolvê-la. Isso confirma o que é defendido por Schaufelii *et al.* (2002, p. 75): “[...] as pessoas engajadas se esforçam (vigor), se envolvem (dedicação) e se sentem

felizes (absorção) com o que estão fazendo, [...] se dedicando com entusiasmo às atividades escolares [...]”.

Outro elemento que se depreende das falas dos estudantes é a sensação de “estar” no laboratório experimental da universidade. É importante ressaltar que apenas alguns deles já tiveram a oportunidade de visitar uma universidade. Essa é uma realidade ainda distante para esses estudantes, que ainda não concluíram o Ensino Médio. Sair da rotina e dos muros da escola parece ser um fator motivador. Conhecer a universidade, que é um ambiente de ensino, pesquisa e extensão, onde a experimentação foi desenvolvida, gerou entusiasmo, criatividade e favoreceu o protagonismo desses estudantes.

Conhecer a universidade, entrar no laboratório [...] (RItGe).
 Como eu nunca havia ido a uma universidade, foi algo muito legal e diferente, pude perceber o quão legal é lá (RItRa).
 [...] saímos totalmente da rotina, com vários experimentos legais, um diferente do outro (RItAg).
 Nunca tinha visitado um laboratório de verdade e nunca tinha feito experiências assim (RItLi).
 [...] uma experiência bem diferente da nossa rotina de costume [...] (RItLv).

Sobre a curiosidade despertada pela experimentação, Souza *et al.* (2013, p. 11) apontam que:

O fato de uma atividade experimental despertar nos alunos certa curiosidade ou fascínio não é o ponto de chegada da aula, mas o ponto de partida, não é nele que culmina o processo educativo, como pensam alguns, mas de onde se parte para alcançar a aprendizagem.

Assim, cabe ao professor partir desta curiosidade para fomentar a aprendizagem. Realizar a experimentação apenas com o objetivo de motivar a turma ou comprovar uma teoria pouco contribui para a aprendizagem. Ela deve incluir a formação de conceitos, a compreensão do trabalho científico, a aplicação de saberes teóricos e práticos, bem como o desenvolvimento da capacidade de argumentação científica (SOUZA *et al.*, 2013).

[...] por mais divertida que seja fazer o experimento, isso envolve muita atenção e concentração (RItRa).
 [...] muitos experimentos legais [...] fizemos experimentos que nunca imaginamos fazer [...] (RItLv).

[...] poder manusear e conhecer os equipamentos, realizar os experimentos, foi uma sensação muito boa, até então eu nunca tinha tido contato com essas coisas e (RItGe).

Em síntese, os estudantes demonstraram, em seus discursos, que compreendem que o espaço experimental favorece a aprendizagem, uma vez que requer atenção e concentração. Estar atento e concentrado é fundamental para a construção do conhecimento e para o envolvimento ativo nas atividades de aprendizagem, incluindo as aulas experimentais e o trabalho em equipe.

Ainda sobre a relação entre a aula experimental e os conhecimentos discutidos a nível teórico, Souza *et al.* (2013, p. 12) nos alertam que

Na melhor das hipóteses, a experimentação didática pode fornecer mais elementos, argumentos, fatos, que, em conjunto com outros conhecimentos, podem ajudar na compreensão e construção de um conceito científico, mas nunca prová-lo ou negá-lo.

Ou seja, a aprendizagem prática por meio da experimentação pode ajudar na compreensão de um conceito científico. No entanto, é preciso proporcionar aos estudantes as condições necessárias para a análise dos resultados obtidos à luz dos conhecimentos teóricos já existentes, de modo que possam apontar razões para resultados diferentes dos esperados ou propor novos caminhos para os experimentos.

Outro fator motivador que pode ser observado durante o desenvolvimento da atividade prática na universidade está relacionado à possibilidade de os estudantes realizarem experimentos que só haviam visto em mídias digitais (vídeos na *internet* ou fotos em livros), como relata o estudante Iodo: “[...] *tinha conhecimentos sobre, pois sempre via na internet tanto em foto como também em vídeos*” (RItI).

Os estudantes consideraram que poder manusear os materiais e realizar os experimentos sozinhos é um sinal de que o professor confia neles o suficiente para isso. Apesar de considerarem a atividade divertida, eles também têm consciência de que precisam de atenção e concentração para a execução dos experimentos propostos.

Além disso, outro elemento constatado é que os estudantes consideram a prática como um meio importante para o aprendizado. Na avaliação dos estudantes, por vezes, a prática é considerada mais eficaz para o aprendizado do que a teoria.

Eu aprendi mais na aula prática do que na teoria (RItI).
Acho que eu aprendi muito mais na prática [...] (RItLi).
Quando conhecemos melhor, quando praticamos, dá até vontade de se aprofundar mais no assunto (RItGe).
Entender o conteúdo e logo colocar em prática (QLV).
Senti que estava aprendendo mais, manuseando os instrumentos do laboratório (QENa).
Vivenciar na prática, além de teoria em sala, só deixa o conteúdo mais interessante (RItMn).

Os estudantes relataram que aprenderam mais ao realizar experimentos e vivenciar na prática o conteúdo estudado (Cálculo Estequiométrico). Esse fato pode estar relacionado ao tipo de aula que os professores têm ministrado ao longo de sua vida escolar. Neste ponto, volto a recordar o panorama descrito no subcapítulo 4.3.1, que trata da realidade cotidiana dos professores da Rede Pública do Estado do Paraná.

Os professores precisam cumprir um planejamento disponibilizado no LRCO, que limita o tempo dedicado a cada conteúdo, as especificidades de cada estudante e até mesmo a proposta de ensino empregada. Muitas vezes, por condicionamento do sistema de ensino, o professor é colocado em uma posição de transmissor do conteúdo, replicando materiais didáticos que já estão prontos e não condizem com a realidade, a necessidade ou a curiosidade dos estudantes.

Autores como Silva e Carneiro (2021, p. 344) apontam que, muitas vezes, o professor de Química pode ser considerado “[...] como transmissor de informações, desconsiderando a complexidade da docência, geralmente pautando-se na memorização e repetição de fórmulas e cálculos”. No entanto, Gadotti (2000) sustenta que os professores não são mais palestrantes, mas sim organizadores e mediadores de saberes, aprendizes e organizadores do estudo.

Quando ambientes de ensino prático são promovidos, mesmo que os estudantes enfrentem dificuldades em relacionar a teoria com a prática, o papel do professor é auxiliá-los e orientá-los na compreensão do fenômeno investigado.

Interessante ver como acontece uma reação química e ver que é muito incrível a Química, tudo tem um porquê ali (QEGe).
O mais interessante de estar no laboratório foi observar pessoalmente como as reações químicas ocorrem, coisa que só tinha visto nos livros (QENa).

Outro fator que os estudantes consideram sobre a aula prática é que ela é mais interessante que a aula teórica. Isso pode ser reflexo das oportunidades raras ou até nulas de aulas práticas, sobretudo em termos de Ciências e Química, que os estudantes tiveram durante sua formação. Também pode ser porque estar em um ambiente diferente da sala de aula favoreceu a aprendizagem.

Neste sentido, Fabri *et al.* (2011, p. 7) apontam que “[...] a experimentação exerce um papel importante na aprendizagem pelo simples fato de motivá-los ao estudo, uma vez que nessas realizam-se atividades fora do ambiente de sala de aula”.

A hora em colocamos em prática para fazer os experimentos, gostei muito e a achei bastante interessante como ocorreu as reações (QESm).
Aulas dinâmicas ajudam mais na aprendizagem, porque causa mais interesse no aluno e faz com que ele realmente foque no que está fazendo (RItLi).
Gostei de fazer os experimentos, percebi que aprendi mais (QEMg).

O interesse demonstrado pelos estudantes ao realizar uma aula prática também revela um fator motivador que impacta a aprendizagem, incentivando os estudantes a manterem o foco na tarefa e aprofundarem seus estudos. Mais uma vez, destaco um trecho em que o estudante Gálio ressalta que essa atividade foi totalmente diferente do que fazem na escola: *“Realizar as experiências, o que foi algo totalmente diferente do nosso dia a dia no colégio”* (QEGa). Vale ressaltar que esses estudantes não tiveram oportunidades de participar de aulas experimentais durante sua vida escolar *a priori*.

Outra situação que chamou minha atenção foi quando Magnésio alegou que se sentiu realizado, pois “[...] *foi muito bom poder pegar e fazer experimentos com os produtos que só ouvia falar na sala de aula*” (QEMg). Para ele, a relação entre teoria e prática trouxe uma sensação de realização pessoal, pois finalmente deu sentido ao que ele conhecia apenas a partir de livros, materiais didáticos e do discurso do professor.

Em resumo, nesta categoria, discuti acerca da aprendizagem na prática e suas relações com a teoria. Discuti como o espaço da universidade se revelou um fator de motivação e como os estudantes demonstraram entusiasmo em relação às aulas experimentais e explorei as relações que os estudantes estabeleceram entre o

que vivenciaram na aula experimental e os conhecimentos que já possuíam anteriormente.

5.2 As perguntas dos estudantes nas atividades com Pesquisa em Sala de Aula

Nesta categoria, abordo as percepções dos estudantes sobre a prática de fazer perguntas no processo de aprendizagem.

Sobre a importância da pergunta dos estudantes no processo de aprendizagem, Specht, Ribeiro e Ramos (2017, p. 240) consideram que “quando o estudante elabora espontaneamente uma pergunta, ele demonstra interesse pelo conteúdo que está aprendendo, levando para a discussão em sala de aula os seus interesses e as suas dúvidas”. Assim, a pergunta feita pelos estudantes pode ser um importante recurso para motivar a aprendizagem, uma vez que o estudante percebe que seu interesse é importante e valorizado pelo professor.

Neste mesmo sentido, Pauletti *et al.* (2021, p. 16) afirmam que

Instigar o questionamento e a formulação de perguntas por parte dos estudantes representa um modo de avaliar os conhecimentos iniciais dos estudantes sobre determinado conceito científico, seus interesses em aprender, bem como possíveis equívocos ou falhas conceituais sobre um algum tema. Desse modo é possível tornar o ensino desse conceito mais agradável, pois a pesquisa pode ser realizada por meio dos interesses manifestados por esses estudantes.

As perguntas dos estudantes, baseadas em seus interesses, permitem ao professor organizar uma proposta de ensino na qual o estudante se sinta representado, tornando, assim, o processo de aprendizagem mais agradável.

Cada pergunta elaborada desencadeia um processo de busca, resolução do questionamento, levantamento de hipóteses, leitura, escrita e trabalho em grupo ou individual. Este processo visa construir respostas, que podem estar imbuídas com outras perguntas. Sendo assim, a pesquisa é um movimento cíclico de questionar, construir respostas e comunicar (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2012). Fazer perguntas é uma parte importante do processo de aprendizagem, e durante a investigação realizada, observei que muitos estudantes não costumam fazê-las.

Algumas unidades sentido expressam diferentes preocupação, destacam-se as diferentes preocupações dos estudantes no que se refere ao impedimento de elaborarem perguntas. De acordo com Meitnério, “[...] às vezes *tenho vergonha de perguntar*” (QLMt). Enquanto Vanádio expressa: “[...] às vezes, *tenho medo de perguntar e acho que a minha pergunta é idiota*” (QLV). Na fala de Meitnério, a vergonha é citada como fator responsável por esse estudante não elaborar ou fazer perguntas durante as aulas. Isso pode ocorrer porque ele se sente desconfortável ao expor sua falta de conhecimento ou teme ser julgado por seus colegas e professores. Sobre isso, Mertins, Galle e Silva (2020, p. 109) apontam que “[...] um dos motivos para os estudantes deixarem de fazer perguntas no EM pode ser o medo ou possíveis constrangimentos ao se exporem perante a turma”.

Já a fala de Vanádio sugere uma insegurança em relação ao próprio conhecimento ou uma crença equivocada de que existem perguntas “certas” e “erradas”, e que a sua pergunta não se encaixa como “certa”. Essas duas afirmações podem indicar que os professores talvez não estejam orientando suas aulas conforme Freire e Faundez (1985, p. 24) ensinam:

[...] o que o professor deveria ensinar - porque ele próprio deveria sabê-lo - seria, antes de tudo, ensinar a perguntar. Porque o início do conhecimento, repito, é perguntar. E somente a partir de perguntas é que se deve sair em busca de respostas, e não o contrário [...].

É imperativo que os professores analisem a sua práxis e reflitam se os ambientes de aprendizagem que estão criando oportunizam aos estudantes o diálogo, a dúvida, o questionamento e a construção e reconstrução de conhecimentos pautados pelos questionamentos contemporâneos. Ao mesmo tempo, os estudantes também precisam se reconhecer como sujeitos da aprendizagem, assumindo seus papéis como protagonistas, questionadores e aprendizes.

Freire e Faundez (1985, p. 25) defendem que o professor é responsável por facilitar o ato de perguntar para o estudante, uma vez que

Um educador que não castra a curiosidade do educando, que se insere no movimento interno do ato de conhecer, jamais desrespeita pergunta alguma. Porque, mesmo quando a pergunta, para ele, possa parecer ingênua, mal formulada, nem sempre o é para quem a fez. Em tal caso, o papel do

educador, longe de ser o de ironizar o educando, é ajudá-lo a refazer a pergunta, com o que o educando aprende, fazendo, a melhor pergunta.

Portanto, é função do professor dialogar e colaborar com o estudante a fim de que ele reformule suas perguntas sobre as mais variadas temáticas abordadas. Ademais, o professor precisa proporcionar um ambiente propício a novas perguntas, sem que o estudante se sinta inseguro ao fazê-las.

Outra observação importante nas falas de Lítio, Lantânio e Vanádio é a ideia de que deveriam compreender o assunto na primeira explicação, em vez de precisarem fazer perguntas ou necessitarem de explicações mais aprofundadas.

Muitas vezes, formular a pergunta é muito difícil, tipo eu sei a minha dúvida, mas eu não sei expressar ela (QLLi).
Quando preciso perguntar me sinto incompetente por não entender na primeira explicação (QLLa).
Às vezes, não entendemos de primeira, então devemos procurar saber para compreender (QLV).

Isso pode levar à frustração e à desmotivação, o que pode prejudicar ainda mais o aprendizado dos estudantes. Considerando a idade dos jovens e a velocidade com que os fenômenos se desenrolam nesta fase da vida, pode ser difícil para eles compreenderem que a aprendizagem requer tempo, sendo um processo contínuo. É normal necessitar de um pouco mais de esforço ou tempo para compreender um conteúdo mais complexo, como é o caso do Cálculo Estequiométrico.

Roden (2010) destaca que o questionamento é uma habilidade processual necessária ao processo científico. A autora ressalta que o professor não precisa necessariamente ter todas as respostas prontas para todas as perguntas, mas sugere que o professor pode devolver a pergunta para que outro estudante a responda. Muitas vezes, uma nova pesquisa realizada pelos próprios estudantes para esclarecer as perguntas dos colegas pode ser mais eficaz do que o professor apresentando uma solução. Este seria um novo ponto de partida para engajar e envolver os estudantes no desenvolvimento de investigações em torno dos conceitos químicos que estão aprendendo, o que vai ao encontro do ciclo da Pesquisa em Sala de Aula.

No que se refere às perguntas elaboradas pelos estudantes como uma manifestação dos interesses em aprender, apresento, de imediato, as constatações do estudante Lítio:

Perguntas são sinal de interesse e de dúvida, então quanto mais perguntas, mais dúvidas, é importante perguntar para aprender (QLLi). Normalmente eu pergunto ao professor, quando era criança eu tinha medo de perguntar, hoje em dia eu acho normal, até porque faz parte do processo (QLLi).

Observo que o estudante reconhece que as perguntas refletem interesses por parte do aprendiz e são importantes para o aprendizado. É possível inferir, a partir das palavras de Lítio, que as perguntas fazem parte do processo de ensino e aprendizagem, e que à medida que ele evolui, será capaz de formular perguntas cada vez mais elaboradas, reduzindo seu medo e insegurança em questionar. No entanto, poucos estudantes percebem que essa capacidade melhora à medida que amadurecem, adquirem conhecimento e experiência ao longo da vida. Como resultado, muitas vezes se sentem frustrados quando suas perguntas não são bem recebidas, inclusive pelos próprios colegas.

Pauletti *et al.* (2021) consideram que, além do interesse em aprender, as perguntas dos estudantes também revelam os conhecimentos prévios sobre o tema, o que pode dar ao professor algumas ideias de como planejar a Pesquisa em Sala de Aula. Os autores consideram ainda que, ao partir dos interesses dos estudantes sobre um determinado conceito, “[...] é possível tornar o ensino desse conceito mais agradável [...]” (PAULETTI *et al.*, 2021, p. 16).

Logo no início das atividades com a Pesquisa em Sala de Aula, percebi que as perguntas²⁰ que os estudantes elaboraram sobre a notícia apresentada como motivadora refletiam seu interesse em aprender, uma vez que versavam sobre diferentes aspectos e traziam conceitos variados da Química. Sobre isso, Mertins, Galle e Silva (2020, p. 195) sublinham que:

As perguntas dos estudantes, ao revelarem os erros conceituais que os estudantes podem apresentar em relação aos conteúdos, podem auxiliar o professor a propor atividades que levem a correção dessas falhas e possibilitar a apropriação adequada dos conceitos.

²⁰ As perguntas estão listadas no Apêndice B.

Nesse sentido, ainda que uma pergunta contenha um erro conceitual em sua composição, o professor pode utilizá-la como ponto de partida para o planejamento das atividades da UA, com o uso da Pesquisa em Sala de Aula ou outras abordagens de ensino. Em outras palavras, se o professor identifica o interesse do estudante em aprender determinado conceito, expresso em suas perguntas, isso beneficia a aprendizagem do estudante, pois ele se sentirá contemplado em suas curiosidades e reconhecerá as oportunidades de aprendizagem pautadas naquela Unidade de Aprendizagem.

Em resumo, nesta categoria, apresentei algumas das razões pelas quais os estudantes se sentem inseguros na elaboração de indagações, abordei as percepções dos estudantes sobre os tipos de perguntas que realizam, evidenciando que há uma falta de habilidade por parte deles em formular indagações, possivelmente decorrente do pouco estímulo que receberam para fazer perguntas ao longo de sua vida escolar. Finalmente, tratei das perguntas como manifestação do interesse em aprender, apresentando as falas dos estudantes que demonstram que a pergunta é uma manifestação dos seus interesses.

5.3 Dificuldades enfrentadas pelos estudantes no decorrer da Unidade de Aprendizagem

Nesta categoria, abordo algumas das dificuldades apontadas por alguns estudantes na aprendizagem da Química, resultantes da pesquisa realizada.

Sobre as dificuldades conceituais, Mertins (2019, p. 34) considera que “[...] é necessário compreender as ideias dos estudantes para identificar as dificuldades que eles têm em relação aos conceitos científicos para que possam superar essas dificuldades”. Assim, partir das perguntas destes estudantes pode ajudar o professor a identificar quais são as dificuldades de aprendizagem relacionadas aos conceitos químicos envolvidos nessas perguntas.

A respeito das dificuldades de atenção e concentração, Tapia e Montero (2004, p.182) afirmam que

Um fato que os professores de todos os níveis escolares constatarem com frequência é que ao iniciar uma aula ou ao pedir aos alunos que façam uma

tarefa, muitos começam prestando atenção à explicação ou à atividade, mas, à medida que encontram dificuldades, vão progressivamente se distraindo e deixando de trabalhar.

Os autores defendem que isso ocorre porque, inicialmente, essa atenção é determinada pela curiosidade que a tarefa desperta e pela percepção de sua relevância. No entanto, ao perceber que a tarefa é entediante ou ao encontrar dificuldades, o estudante pode desmotivar-se e deixar de prestar a atenção necessária para superar essas dificuldades.

Com relação às dificuldades encontradas pelos estudantes no trabalho em grupo, Cohen e Lotan (2017) indicam três características para este tipo de trabalho: delegar autoridade em algum nível, todos os participantes do grupo precisarem uns dos outros para concluir a tarefa e, finalmente, a natureza da tarefa. As autoras defendem que um planejamento eficiente por parte do professor, a preparação dos estudantes para trabalharem em grupo com dinâmicas e métodos de mediação de conflitos, bem como a atribuição de papéis e responsabilidades dentro do grupo, são fundamentais para o sucesso desse tipo de trabalho em sala de aula.

É necessário esclarecer que nem todos os estudantes apontaram ter dificuldades na aprendizagem de Química, mais especificamente no Cálculo Estequiométrico. Para esta análise, destaco as falas do estudante Radio, que afirma que a Química: “[...] é uma matéria complicada para mim, creio que pelos cálculos e decorar os elementos” (QLRa). Este estudante cita a dificuldade em decorar os elementos químicos, embora não haja a necessidade de “decorar” a tabela periódica, uma vez que ela é tratada em sala de aula como uma ferramenta e é concebida dessa forma em exames, provas e concursos vestibulares. Daí surge a observação de que, às vezes, os estudantes julgam algum conteúdo difícil porque não têm uma compreensão do que precisam aprender e de como abordar aquele conteúdo ou conceito químico.

Lantânio afirma ter: “[...] dificuldade em aprender Química porque falta entendimento na parte dos cálculos” (QLLa), enquanto Potássio destaca ter dificuldade, “[...] pois as fórmulas e cálculos são difíceis de compreender” (QLK). Essas dificuldades dizem respeito a algo anterior ao Cálculo Estequiométrico, uma vez que a maior parte destes cálculos pode ser resolvida com regra de três simples. A Matemática envolvida no Cálculo Estequiométrico é um problema que envolve

conhecimentos de outros componentes curriculares e exige a revisão de vários conceitos iniciais com os quais os estudantes ainda têm dificuldade. Isto pode estar relacionado à forma como aprenderam esses conceitos nos anos iniciais ou ao déficit causado pelas aulas no ERE durante o período da pandemia.

Sobre o impacto causado pelas aulas no período da pandemia, Bica *et al.* (2022, p. 6) alertam que

O ensino e aprendizagem de Química necessita ser entrelaçado à realidade do educando para que ocorra favorecimento de sua atuação como autor na construção do próprio conhecimento. Sabe-se que isto muitas vezes não é possível, principalmente num cenário pós-pandêmico em que os estudantes passaram dois anos em frente às telas de computadores ou celulares tendo aulas sem a presença física dos professores e colegas. Essa situação acarretou uma falta de interação entre professores e alunos e entre os próprios alunos, o que pode ter ocasionado um empecilho a mais no aprendizado da Química.

Assim, estando neste cenário pós-pandêmico, ainda precisamos de tempo para compreender as razões pelas quais os estudantes apresentam dificuldades em alguns conceitos ou em situações que requerem interação com o professor ou com os próprios colegas.

Contudo, enquanto professora e pesquisadora, parece-me que faria mais sentido apontar as limitações que eles possuem em interpretar o enunciado e definir o que precisa ser calculado. Ou ainda, os obstáculos em interpretar o significado do resultado e como calculá-lo, uma vez que essas são as maiores dificuldades observadas nas tentativas de resolução de problemas envolvendo Cálculo Estequiométrico. Nesse sentido, de acordo com Mendonça e Silva (2019, p. 5),

[...] tem se percebido que os estudantes sentem dificuldades em realizar cálculos, escrever ou balancear as reações. Além disso, observa-se que eles não conseguem relacionar grandezas e compreender o enunciado da questão para fazer os cálculos, onde muitas vezes memorizam, de uma maneira mecânica os passos que o professor realiza ao resolver o problema.

Ocorre que são muitas etapas a serem resolvidas: ler o problema, identificar a equação química, balancear a equação, identificar a quantidade das substâncias envolvidas na reação química, proceder as transformações necessárias, elaborar a regra de três levando em conta o balanceamento, calcular e analisar o resultado

obtido. Tudo isso pode assustar os estudantes, pois eles “[...] não têm idade, nem conhecimentos específicos nem desenvoltura no uso das ferramentas científicas para tal realização” (CARVALHO, 2013, p. 9). Seria necessário então, mais tempo para desenvolvimento dessa desenvoltura necessária e amadurecimento na relação que os estudantes possuem com o conhecimento que constroem ao longo de sua vida escolar.

Outra dificuldade apontada por Vanádio diz respeito à sua necessidade de concentração e atenção na aula. Muitos estudantes vêm apresentando obstáculos em manter o foco e a atenção. Sobre isso, Marchesi (2006, p. 33) explica que

[...] um aluno pode fazer um esforço para prestar atenção a uma explicação e, no entanto, não se inteirar de nada. Quando o aluno se dá conta que seu esforço não adianta de muito, costuma chegar à conclusão de que não vale a pena e, em consequência, deixa de prestar atenção.

Ou seja, se o estudante percebe que, apesar de seu esforço para conseguir se concentrar e manter sua atenção, ainda não consegue compreender, pode se desmotivar e deixar de prestar atenção. Neste sentido, a facilidade com que os estudantes têm acesso a outras atividades dentro da sala de aula, como, por exemplo, à *internet* e a aparelhos eletrônicos, dispersa e dificulta a atenção deles para a explicação.

Calejon e Brito (2020, p. 299) alertam que a presença dos aparelhos eletrônicos em sala de aula é mais comum a cada dia, e que, algumas vezes, “[...] estes aparelhos servem como complicador na relação professor-aluno, desviando a atenção do objetivo da atividade pedagógica e de estudo”. Destaco que, em algumas ocasiões, observei que as atividades não eram realizadas, pois os estudantes dispersavam sua atenção em função do uso de celulares para outros fins.

Outra situação de natureza análoga é a falta de comprometimento dos estudantes com prazos e com o desenvolvimento das atividades propostas. Com relação aos materiais solicitados para as comunicações das equipes, os dois grupos que entregaram produziram materiais de qualidade, dentro dos critérios solicitados, demonstrando protagonismo e criatividade ao criar o material. No entanto, outros cinco grupos não realizaram essa atividade, o que também pode estar relacionado com a falta de atenção às orientações do professor. Quando questionados sobre o

prazo para a entrega, o estudante Gálio afirmou que não entregariam, pois “[...] *não saiu nada!*”, e o estudante Oxigênio, no dia, alegou que não apresentariam os resultados, pois “[...] *não estamos prontos e ninguém fez.*” Este tipo de comportamento de alguns estudantes pode ser reflexo da pouca maturidade em organizar suas rotinas de estudo, bem como na pequena parcela de autonomia que lhes foi dada durante sua vida escolar. Avançar nestes aspectos requer tempo de trabalho com estes mesmos estudantes, novas intervenções que lhes proporcione esta autonomia e novos momentos de autoavaliação do seu próprio desempenho frente às atividades.

Um fator que emergiu na investigação foi a dificuldade que os estudantes manifestaram em torno do desenvolvimento de atividades em grupo, uma vez que utilizei uma proposta de ensino que prioriza essas atividades para a construção de argumentos e conhecimento.

A fala de Potássio demonstra que nem sempre os estudantes estão habituados a trabalhar coletivamente: “[...] *encontrei dificuldade no trabalho em grupo para que todos os integrantes fizessem o trabalho proposto pelo resto do grupo*” (QLK). Na fala do estudante Meitnério depreende-se que parece não haver comprometimento dos colegas nas atividades em grupo: “[...] *muitas vezes têm pessoas que não fazem nada no grupo*” (QLMt). Enquanto Alumínio se justificou dizendo que, devido a um contratempo, não conseguiu preparar a apresentação do grupo para a aula: “[...] *eu tive um problema em casa ontem e não consegui preparar a apresentação*”. Por fim, a fala de Lutécio indicou que “[...] *como ninguém do grupo fez a sua parte, não vamos apresentar a comunicação*” (DP).

Essas manifestações dos estudantes, além de indicar a dificuldade em trabalhar em grupo, possibilitam observar que eles dividiram as tarefas dentro do grupo. No entanto, esse tipo de divisão de tarefas impossibilita o grupo de avançar, caso um dos integrantes não desempenhe seu papel, e, conseqüentemente, dificulta a construção de argumentos. Aliado a isso, alguns estudantes parecem ter pouca participação nas decisões sobre as atividades em que o grupo está trabalhando, o que desmotiva a continuação dos esforços para realizar as tarefas. Essa afirmação é corroborada por Cohen e Lotan (2017, p. 119): “[...] a menos que os membros sintam que têm uma forte participação nas decisões, eles tendem a perder motivação quando surgem as dificuldades em realizar suas tarefas”.

O que ressoa nessas falas de Potássio, Meitnério e Lutécio são os sinais de frustração por nem todos os estudantes do grupo terem realizado as atividades de trabalho em grupo. Sobre o trabalho em grupo, Cohen e Lotan (2017, p. 120) indicam o real significado desse tipo de trabalho:

Na investigação em grupo, os alunos atuam como acadêmicos criativos, pesquisando e construindo seu próprio conhecimento. Para alcançar esses objetivos, eles devem trabalhar juntos em estreita colaboração.

Os autores também defendem que os trabalhos com “[...] grupos de quatro ou cinco membros parecem ser ideais para discussão produtiva e colaboração eficiente” (COHEN; LOTAN, 2017, p. 67). Além disso, destacam que a atribuição de papéis para cada integrante do grupo (facilitador, relator, verificador, monitor de recursos) contribui para o desenvolvimento do trabalho, uma vez que

Os membros se sentem muito satisfeitos com sua parcela no processo, em grupos com diferentes papéis e/ou com trabalhos a fazer. Tais grupos podem trabalhar de maneira eficiente, sem sobressaltos e de modo produtivo. A utilização de papéis minimiza problemas de não participação ou de domínio por um único membro. Os papéis, como as regras de cooperação, contribuem para o funcionamento tranquilo dos grupos [...]. (COHEN; LOTAN, 2017, p. 107).

Assim, se o professor não atribui essas funções dentro do grupo e pressupõe que os estudantes terão protagonismo de fazê-lo, alguns problemas podem surgir.

Não necessariamente os estudantes e os próprios adultos sabem como trabalhar em conjunto de forma exitosa, por isso, é necessário aprender como se trabalhar assim. Esses problemas podem ser superados com o planejamento adequado de atividades e por meio da preparação dos próprios alunos. (COHEN; LOTAN, 2017, p. 3).

Ao mesmo tempo, em muitas ocasiões durante as atividades em grupo na escola, percebi que a atividade proposta não estava sendo realizada. Isso ocorreu, algumas vezes, devido às limitações físicas do ambiente escolar, como quando a sala de informática não comportava todos os estudantes ou quando não havia conexão com a *internet* naquele momento. Outras vezes, as atividades não eram realizadas por falta de comprometimento dos estudantes, evidente em conversas paralelas e na utilização do celular para outros fins.

No entanto, como a proposta era fomentar o protagonismo dos estudantes, apenas os alertava sobre os prazos e sobre o que eles deveriam estar fazendo naquele momento, agindo como mediadora e orientando o trabalho. Possivelmente, se em vez de apenas indicar um líder de cada grupo, tivesse distribuído os papéis de cada um no grupo, conforme sugerem Cohen e Lotan (2017), o trabalho poderia ter sido mais efetivo. Isso também demonstra que, neste caso, o protagonismo entre os estudantes ainda não foi suficiente para que eles realizassem sozinhos essa distribuição de papéis.

Em resumo, nesta categoria, apresentei as três principais dificuldades dos estudantes nas atividades da UA. Primeiramente, as barreiras conceituais, principalmente relacionadas aos cálculos matemáticos envolvidos na Química e aos conhecimentos prévios necessários, que por vezes são deficitários. Posteriormente abordei as dificuldades de atenção e concentração, as quais têm várias razões, incluindo o uso de aparelhos eletrônicos durante as atividades, o que causa dispersão, e o excesso de demandas impostas aos estudantes devido à implantação de novas plataformas de estudo e ao sistema de ensino decorrente do uso do LRCO. Finalmente, discuti algumas dificuldades apresentadas pelos estudantes no trabalho em grupo, que vão desde a dificuldade de gerenciar as tarefas e o tempo até dificuldades de relacionamento com os colegas.

Em vista das categorias emergentes desta pesquisa, pode-se analisar as compreensões dos estudantes em torno das atividades desenvolvidas numa Unidade de Aprendizagem elaborada pela ótica da Pesquisa em Sala de Aula, haja visto que a primeira categoria, que aborda a aprendizagem dos estudantes em atividades prática e teóricas revela que os estudantes alegam que aprenderam mais na prática do que apenas na teoria. Eles também deixam transparecer que conseguem relacionar o que aprenderam na sala de aula de modo teórico, ou viram em livros ou vídeos na internet com o experimento realizado. Além disso e entusiasmo com a responsabilidade a eles concedida de realizar o experimento sozinhos favoreceu o protagonismo. Na segunda categoria, sobre as perguntas dos estudantes nas atividades da UA é possível perceber que os estudantes reconhecem que a pergunta é parte importante do processo de aprendizagem e que ela demonstra interesse em aprender. Ao mesmo tempo, alguns estudantes se sentem inseguros ou com medo de perguntarem, ou porque não tem

habilidade em elaborar as perguntas ou porque temem serem o centro das atenções do professor e dos colegas. Na terceira categoria, sobre as dificuldades dos estudantes ficou aparente que os maiores obstáculos pelos estudantes durante esta pesquisa foram as dificuldades conceituais, em manter a concentração e de realizar atividades em grupo. Estes problemas podem ter diversas raízes e formas de serem contornados, sendo possíveis de serem estudados em uma investigação futura.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final desta pesquisa, resgato a questão que norteou a investigação: De que modo as ações desenvolvidas no âmbito de uma Unidade de Aprendizagem sobre Cálculo Estequiométrico, na perspectiva da Pesquisa em Sala de Aula, são compreendidas por estudantes do 2º ano do Ensino Médio? O objetivo geral consistiu em identificar as compreensões dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio em torno das ações desenvolvidas em uma Unidade de Aprendizagem elaborada sob a perspectiva da Pesquisa em Sala de aula em Cálculo Estequiométrico.

Em um primeiro momento, analisarei como os estudantes reagiram ao serem desafiados a trabalhar em uma outra proposta de ensino que não fosse a aula expositiva dialogada. Em seguida, discutirei os problemas enfrentados durante as atividades propostas e possíveis soluções para os mesmos. Por fim, apresentarei a contribuição da proposta da Pesquisa em Sala de Aula no ensino do Cálculo Estequiométrico.

Já no início desta investigação, discuti o conteúdo de alguns documentos, como a BNCC e o RCEP, que orientam sobre a necessidade de possibilitar aos estudantes, diante de uma situação do seu cotidiano, o desenvolvimento da autonomia, criticidade, criatividade e protagonismo. Essas habilidades são necessárias para que os aprendizes possam propor ações responsáveis, éticas e consistentes na sociedade em que estão inseridos. Nas formações de professores se discutem formas de promover o desenvolvimento dessas habilidades nos estudantes, o que pode favorecer suas aprendizagens.

Nesta investigação, utilizei o *Google Classroom* para concretizar algumas atividades da UA elaborada, a fim de aplicar a proposta de ensino por meio da Pesquisa em Sala de Aula, visando a aprendizagem do Cálculo Estequiométrico. Este Ambiente Virtual de Aprendizagem no *Google Classroom* possibilitou o compartilhamento de materiais de apoio, o aprofundamento conceitual, a elaboração colaborativa de textos e argumentos pelos estudantes, as discussões entre os integrantes do grupo, a construção de materiais para uso nas comunicações e a entrega das atividades.

Na análise do *corpus* de pesquisa, a partir da ATD, emergiram três categorias, a saber: i) aprendizagem dos estudantes na prática e suas relações com a teoria, na qual foram apresentadas as compreensões dos estudantes sobre a relação entre a aprendizagem na prática e na teoria; ii) as perguntas dos estudantes nas atividades com Pesquisa em Sala de Aula, onde se discutiram as compreensões dos estudantes sobre as razões que os levam a não perguntar e como percebem que a pergunta revela o interesse em aprender; e iii) dificuldades dos estudantes durante a Unidade de Aprendizagem, abordando algumas dificuldades com relação aos conceitos da Química, à manutenção da atenção e concentração durante as aulas e ao trabalho em equipe.

Com relação às atividades propostas durante a UA elaborada nesta investigação, percebi que algumas tiveram mais êxito do que outras. A aula experimental realizada na UTFPR foi muito bem aceita pelos estudantes, uma vez que eles nunca haviam estado em um laboratório de Química durante suas formações. Assim, durante essa aula experimental, os estudantes participaram ativamente, fizeram várias perguntas e puderam manipular os materiais e reagentes para realizar os experimentos. Demonstraram o entusiasmo típico do primeiro contato com evidências de reações químicas, o que favoreceu o engajamento e a participação dos estudantes no processo de aprendizagem. Nos relatos posteriores sobre essa atividade, os estudantes deixam transparecer que gostaram da aula e que acreditam que aprenderam mais na prática do que na teoria de sala de aula.

Em relação às perguntas dos estudantes durante a UA, eles realizaram alguns questionamentos referentes a curiosidades sobre os fenômenos químicos que ocorriam durante os experimentos. Essas perguntas, originadas da curiosidade dos estudantes, têm o potencial de contribuir com a aprendizagem, visto que estimulam os estudantes a buscar aprender o que desejam. No entanto, quando as perguntas exigem uma elaboração mais complexa, alguns estudantes relataram sentir “vergonha” e “medo” de fazer um questionamento que possa ser considerada “idiota”, conforme apresentado nas narrativas de alguns deles. Esses sentimentos podem estar relacionados à falta de confiança que depositam no professor ou no processo de ensino do qual fazem parte. Outro fator é o fato de as atividades realizadas no contexto de sala de aula estão, muitas vezes centradas na figura do professor. Ele faz

perguntas, seleciona atividades, avalia e coordena todo o processo. Neste contexto, o estudante deve responder, realizar as atividades propostas, cumprir com as avaliações. Assim o estudante se sente como objeto do processo e não sujeito. (Demo, 2007). Contudo, uma investigação mais aprofundada dessas razões seria necessária, inclusive levando em consideração a trajetória escolar individual de cada estudante.

Sobre as dificuldades enfrentadas pelos estudantes durante a UA, muitos deles alegaram apresentar dificuldades na elaboração dos cálculos, embora alguns tenham tido êxito nessa parte da tarefa. Durante a etapa da construção de argumentos, os estudantes poderiam discutir, com seus pares e com a professora, sobre o conhecimento já existente no grupo. Esse processo poderia transformar as ideias prévias dos estudantes sobre a temática em estudo e ampliar a rede de saberes necessários para solucionar os questionamentos levantados. No entanto, estas discussões não foram possíveis de serem observadas, uma vez que os estudantes não discutiram na minha presença ou diretamente comigo enquanto professora da atividade.

Outros estudantes relataram dificuldades em prestar atenção e manter a concentração, fatores que podem estar relacionados ao período de pandemia da Covid-19, em que não estavam fisicamente no ambiente escolar. Alguns também deixaram transparecer dificuldades de compreender o que precisam aprender e como fazê-lo. Essas dificuldades podem estar ligadas aos hábitos de estudo ou ao tipo de aula que têm sido adotados ao longo de sua vida escolar.

Ainda foram apontadas dificuldades com relação ao trabalho coletivo, como o baixo comprometimento de alguns estudantes com o cumprimento dos prazos estabelecidos e a resistência de outros em assumir um papel de protagonista no desenvolvimento das atividades em torno da UA, muitas vezes aguardando que alguém do grupo de trabalho ou até mesmo o professor lhes indicasse o que precisava ser feito.

Em relação ao protagonismo dos estudantes, constatei que muitos não estão preparados para assumir esse papel e se sentem desconfortáveis e confusos quando colocados nessa posição, pois esperam que o professor lhes diga o que deve ser feito. O protagonismo juvenil implica que o estudante saiba organizar uma rotina de estudo,

ter prioridades de trabalho, que possa cumprir prazos e que tenha autonomia de buscar soluções para seus problemas.

Ao elaborar modos de comunicar suas descobertas e resultados para o grupo, os estudantes precisariam expressar com clareza o que aprenderam. No entanto, apesar de alguns avanços no aprendizado do conteúdo envolvido nas pesquisas, o conhecimento expresso pelos estudantes nas comunicações se resumiu a responder algumas perguntas de forma simples, sem acrescentar informações novas. Conseqüentemente, alguns estudantes deixaram de apresentar suas comunicações com os resultados de suas pesquisas devido à superficialidade das informações, decorrente da falta de colaboração de todos os membros do grupo e da dificuldade em gerenciar o tempo necessário para elaborar a apresentação.

Após analisar o *corpus* produzido durante as atividades desenvolvidas na UA, foi possível identificar que alguns estudantes compreenderam a proposta de trabalho com a Pesquisa em Sala de Aula. Esses estudantes identificaram nas atividades da UA oportunidades para vivenciar diferentes situações que favoreceriam a construção de argumentos com o grupo. Também compreenderam que cada atividade poderia ampliar seus conhecimentos em um determinado tema que estavam pesquisando. No entanto, alguns estudantes encontraram dificuldades em compreender que essa proposta de ensino utilizada pressupõe o protagonismo e a autoria. Assim, esses estudantes enfrentaram mais dificuldades em cumprir os prazos, realizar as tarefas e apresentar resultados expressivos.

Portanto, considero que a Pesquisa em Sala de Aula é uma proposta de ensino que pode ser utilizada em diversas situações, adaptando-se a qualquer conteúdo, realidade ou tempo, já que as atividades da UA podem ser modificadas de acordo com a necessidade do professor e do estudante, inclusive durante o processo de ensino. No entanto, o professor precisa ter um planejamento claro e deixar transparecer isso ao estudante, detalhando o tempo dedicado a cada atividade e os encaminhamentos necessários, já que alguns estudantes ainda têm dificuldades com o gerenciamento do tempo e das tarefas.

O trabalho em grupo favorece as discussões e as trocas de conhecimentos, mas é preciso que os estudantes tenham maturidade para colaborar de maneira eficaz. As comunicações ainda foram tratadas como apresentações de trabalho e

alguns estudantes não souberam apresentar resultados elaborados, limitando-se à tradicional exposição dos fatos coletados na pesquisa, sem acrescentar argumentos novos. Isso pode estar relacionado à novidade da proposta de ensino adotada, que era diferente do formato tradicional.

Com relação ao conteúdo do Cálculo Estequiométrico, a abordagem com a Pesquisa em Sala de Aula contribuiu para aproximar o estudante do conhecimento, uma vez que partiu de uma situação real e contextualizada haja visto que utilizei uma notícia sobre um acidente com derramamento de ácido sulfúrico e a contaminação do rio, em uma região próxima à cidade em que a pesquisa foi desenvolvida. A partir disso, foram elencadas atividades envolvendo, em algum grau, os conceitos em torno do Cálculo Estequiométrico, em que os conhecimentos científicos foram abordados numa perspectiva investigativa. Alguns estudantes construíram argumentos ao longo das diversas atividades e, de maneira autônoma, chegaram às respostas sobre como resolveriam o problema, o que deveriam fazer, que tipo de material seria utilizado e, finalmente, como realizariam os cálculos necessários.

Uma das possibilidades para pesquisas futuras seria avaliar a proposta de ensino com a Pesquisa em Sala de Aula em relação a outros conteúdos e conceitos de Química, explorando diferentes perspectivas e envolvendo outros estudantes e turma, em uma situação de maior normalidade após o ERE, com aulas presenciais e a possibilidade de recomposição das aprendizagens que não foram atingidas durante este período. É importante considerar que esta investigação foi conduzida no primeiro ano após o retorno ao ensino presencial e os estudantes ainda traziam resquícios do tempo fora de sala de aula, seja nas fragilidades dos conhecimentos elaborados durante esse período, seja nas dificuldades de convivência e organização para trabalhar em grupo.

Um dos resultados desta investigação é a elaboração de um Produto Educacional (PE). A finalidade deste recurso didático é que seja utilizado por professores de Química da Educação Básica, bem como por licenciandos em Química e por professores de outras áreas do conhecimento interessados em adotar a proposta de ensino da Pesquisa em Sala de Aula, a partir do uso das UA. Com a elaboração e validação do Produto Educacional, os profissionais da Educação Básica poderão se beneficiar deste material e aprimorar seus conhecimentos sobre a

proposta de ensino da Pesquisa em Sala de Aula e a construção de UAs, além de utilizá-lo para o desenvolvimento de suas próprias UAs, adaptadas às realidades e contextos específicos de suas escolas.

O tipo de PE escolhido para esta investigação é um *e-book*²¹, cujo objetivo principal é apresentar a proposta da Pesquisa em Sala de Aula, explicar as UAs e sugerir possibilidades de atividades a serem desenvolvidas nessa proposta de ensino. Por se tratar de um recurso digital, o *e-book* apresenta *links* para conteúdos externos, a fim de ampliar a possibilidade de navegação do usuário por outros espaços que complementam a proposta.

No PE elaborado apresento, de modo breve, uma visão do componente curricular de Química, a proposta de ensino e aprendizagem da Pesquisa em Sala de Aula e as UAs. Além disso, elenco algumas UAs já produzidas e sugestões para a elaboração de uma UA sobre Cálculo Estequiométrico, seguidas das referências bibliográficas.

Ainda em tempo, gostaria de destacar uma dificuldade que enfrentei como pesquisadora, que não diz respeito aos estudantes. Essa dificuldade está relacionada ao trabalho com propostas de ensino alternativas, como a Pesquisa em Sala de Aula, que necessitam uma organização e planejamento específicos. No caso desta pesquisa, como o planejamento previsto para a turma foi alterado, precisei trabalhar fora dos limites impostos pelo LRCO.

Durante o período em que os estudantes participaram da investigação, o conteúdo previsto no LRCO era eletroquímica, que foi abordado de maneira superficial durante os intervalos entre as atividades da UA, devido à limitação de tempo. Essa necessidade de reorganização do tempo ao trabalhar com outras metodologias de ensino, diferentes da aula dialogada e expositiva, não é considerada pelo sistema imposto no LRCO. Além disso, o conteúdo apresentado no planejamento do LRCO também está atrelado às provas diagnósticas, como a Prova Paraná²² (realizada uma vez por trimestre em todas as escolas da Rede Estadual), e a outras plataformas

²¹ O material em questão será disponibilizado no Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (RIUT) como recurso aberto sob licença CC 4.0 Internacional.

²² Mais informações sobre essa avaliação podem ser encontradas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <https://www.provaparana.pr.gov.br/Pagina/Objetivos>. Acesso em: 18 ago. 2022.

recentemente implantadas em 2023, como o Desafio Paraná²³, que exige que os professores atribuam atividades elaboradas pela SEED-PR a cada aula em uma plataforma chamada Quizizz. O professor se vê sobrecarregado com plataformas que modificam a organização e gestão do trabalho pedagógico, desfavorecem o uso de diferentes metodologias e estratégias de ensino e ainda assumem papel de regulação, vigilância e controle do trabalho docente, favorecendo sua descaracterização, precarização e intensificação.

Nesse sentido, Barbosa e Alves (2023, p.22), afirmam que o investimento massivo pelo estado do Paraná em plataformas digitais revela que a plataformização está

[...] a serviço da padronização e fortalecimento de intervenções de natureza avaliativa e gestão por resultados, que acarreta na desqualificação e precarização do trabalho docente bem com no esvaziamento científico e pedagógico dos processos formativos.

Silva, Barbosa e Körbes (2022, p.414) alertam ainda que, a implementação do Novo Ensino Médio no Estado do Paraná trouxe consigo “[...] processos de desqualificação, privatização, precarização das relações de trabalho, intensificação e controle desse trabalho docente”.

Por fim, cabe ao professor, em sua batalha diária em busca de uma educação de qualidade, com empatia por seus estudantes e buscando excelência em suas aulas, se deparar com esta realidade, não ficar imobilizado diante dela e seguir buscando alternativas de um ensino que realmente ofereça o necessário para contribuir com a construção de uma sociedade mais digna e solidária.

²³ Mais informações sobre essa avaliação podem ser encontradas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: https://professor.escoladigital.pr.gov.br/plataformas_educacionais. Acesso em: 18 ago. 2022.

REFERÊNCIAS

- BAGNO, M. **Pesquisa na escola: o que é, como se faz.** São Paulo: Edições Loyola, 2014.
- BARBOSA, R. P.; ALVES, N. A Reforma do Ensino Médio e a Plataformização da Educação: expansão da privatização e padronização dos processos pedagógicos. **Revista e-curriculum**, v. 21, p. e61619-e61619, 2023.
- BICA, T. B.; *et al.* Sequência didática para revisão dos tópicos ligações químicas e funções inorgânicas no ensino médio em um cenário pós-pandemia. *In: Encontros de Debates Sobre o Ensino de Química*, 41., 2022, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EDEQ, 2022.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação.** Porto: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, Senado Federal, 1988.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, Congresso Nacional, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, MEC, 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP). **Resolução nº 466, de 2012.** Brasília, CNS, 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012.** Trata sobre as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. Brasília, Diário Oficial da União, 2013.
- CALEJON, L. M. C.; BRITO, A. S. Entre a pandemia e o pandemônio: uma reflexão no campo da educação. **Educamazônia-Educação, Sociedade e Meio Ambiente**, v. 25, n. 2, p. 291-311, jul./dez. 2020.
- CARVALHO, A. M. P.; *et al.* **Calor e Temperatura: um ensino por investigação.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula.* São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-21.
- CAZZARO, F. Um experimento envolvendo estequiometria. **Revista Química Nova na Escola**, n. 10, p. 53-54, nov. 1999.

COHEN, E. G.; LOTAN, R. I. A. **Planejando o trabalho em grupo**: estratégias para salas de aula heterogêneas [recurso eletrônico]. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2017.

COLL, C.; SOLÉ, I. Ensinar e aprender no contexto da sala de aula. *In*: COLL, C.; MARCHESI, Á.; PALACIOS, J. **Desenvolvimento Psicológico e Educação**: psicologia da educação escolar. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 241-261.

CORREIA, A. C. V.; CAMARGO, C. T.; FURLANI, J. M. S. Relato de experiência de uma regência sobre estequiometria desenvolvida no ensino médio utilizando diferentes recursos: aprendizados e dificuldades. **Com a Palavra, o Professor**, v. 6, n. 15, p. 173-185, 2021.

COSTA, A. A. F. da; SOUZA, J. R. da T. Obstáculos no processo de ensino e de aprendizagem de cálculo estequiométrico. **Amazônia**: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, v. 10, n. 19, p. 106-116, 2013.

DELIZOICOV, D. *et al.* **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2009.

DELORS, J. *et al.* **Educação**: Um tesouro a descobrir: Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. Brasília: UNESCO, 1998.

DEMO, P. **Pesquisa**: princípio científico e educativo. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*. **Química Nova na Escola**, n. 9, p. 31-40, 1999.

FABRI, P. H. *et al.* Análise do impacto das aulas práticas na aprendizagem de química sob o ponto de vista dos alunos do IFMG/OP. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação Em Ciências, 8., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas: ENPEC, 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

FREIRE, P.; FAUNDEZ, A. **Por uma pedagogia da pergunta**. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

GADOTTI, M. Perspectivas atuais da educação. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 2, p. 3-11, 2000.

GALIAZZI, M. do C. *et al.* Construindo caleidoscópios: organizando unidades de aprendizagem. *In*: MORAES, R.; MANCUSO, R. **Educação em Ciências**: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Editora Unijuí, 2004. p. 65-84.

GALLE, L. A. V. **Estudo sobre reconstrução significativa de conteúdos no Ensino Fundamental por meio de unidade de aprendizagem sobre alimentos**. 2016. 198 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, A. C. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Rio de Janeiro: Atlas Grupo GEN, 2021.

GOMES, R. S.; MACEDO, S. da H. Cálculo estequiométrico: o terror nas aulas de Química. **Vértices**, v. 9, n. 1, p. 149-160, 2007.

GOOGLE. **Ensino e aprendizagem mais integrados**. Página inicial. 2021. Disponível em: https://edu.google.com/intl/ALL_br/workspace-for-education/classroom/. Acesso em: 05 jun. 2021.

GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real**. Porto Alegre: Penso Editora, 2016.

HAUPT, F. T.; RAUPP, D. J. Os desafios para aprendizagem e as estratégias para o ensino de estequiometria de reações: uma revisão sistemática de literatura. In: XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação Em Ciências, 13., 2021, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Realize Editora, 2021.

ILLERIS, K. **Teorias contemporâneas de aprendizagem**. Porto Alegre: Penso Editora, 2013.

INCOTE, S. C. Ensino de Cálculo Estequiométrico com Pesquisa em Sala de Aula: uma experiência em ambiente virtual de aprendizagem. In: Congresso Nacional de Educação, 15., 2021, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUCPR, 2021.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. 4. ed. Campinas: Papirus, 2003.

KNAPIK, L. F. O. **Ecotoxicidade do inseticida Malathion e seus efeitos sobre os biomarcadores ensaio cometa e acetilcolinesterase em Daphnia magna**. 2018. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

LIMA, V. do R.; BORGES, T. D. B.; RAMOS, M. G. Argumentação no ensino de Ciências: estado do conhecimento das produções stricto sensu brasileiras nos últimos dez anos. **Dynamis**, v. 24, n. 1, p. 58-76, jul. 2018.

MACHADO, A. H. **Aula de química**: discurso e conhecimento. 2. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004.

MARCHESI, A. **O que será de nós, os maus alunos?** Porto Alegre: Artmed, 2006.

MARQUES, M. O. **Escrever é preciso**: o princípio da pesquisa. Petrópolis: Vozes, 2008.

MENDONÇA, S. C.; SILVA, T. P. da. Dificuldades de aprendizagem no ensino de Estequiometria: algumas reflexões. *In*: Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciências, 1., 2019, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Realize Editora, 2019.

MERTINS, S. **Estudos das perguntas de estudantes do ensino fundamental e médio no contexto do ensino e da aprendizagem em ciências**. 2019. 121 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

MERTINS, S.; GALLE, L. A. V.; DA SILVA, C. M. Pesquisa como princípio educativo: contribuições das perguntas dos estudantes para a aprendizagem de Química. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 3, n. 3, p. 190-207, 2020.

MORAES, R. Aprender Ciências: reconstruindo e ampliando saberes. *In*: GALIAZZI, M. C. *et al.* **Construção curricular em rede na educação em Ciências**: uma aposta de pesquisa na sala de aula. Ijuí: Unijuí, 2007. p. 19-38.

MORAES, R. Educar pela pesquisa: exercício de aprender a aprender. *In*: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. (Org.). **Pesquisa em sala de aula**: tendências para a educação em novos tempos. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012. p. 127-143.

MORAES, R. Ninguém se banha duas vezes no mesmo rio. *In*: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Org.). **Educação em Ciências**: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2004. p. 15-41.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. 3. ed. rev. e ampl. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016. p. 33-68.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C.; RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. *In*: MORAES, R.; LIMA, V. M. do R. (Orgs.). **Pesquisa em sala de aula**: tendências para a educação em novos tempos. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012. p. 9-23.

MORAES, R.; GOMES, V. Uma unidade de aprendizagem sobre unidades de aprendizagem. *In*: GALIAZZI, M. C. *et al.* **Construção curricular em rede na educação em Ciências**: uma aposta de pesquisa na sala de aula. Ijuí: Unijuí, 2007. p. 243-280.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C.J. de H. **Teorias de aprendizagem**. Porto Alegre: Evangraf, 2011.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação e do Esporte. **Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná**. Curitiba: SEED/PR, 2021.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação e do Esporte. **Resolução nº 3550**. Diário Oficial nº. 11204. Curitiba: SEED/PR, 27 jun. 2022.

PAULETTI, F. **A pesquisa como princípio educativo no ensino de Ciências: concepções e práticas em contextos brasileiros**. 2018. 131 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

PAULETTI, F. *et al.* A importância das perguntas de estudantes na pesquisa em sala de aula: um exemplo no ensino fundamental. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 11, n. 2, 2021.

PERRENOUD, P. **Avaliação: da Excelência à Regulação das Aprendizagens entre Duas Lógicas**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PEZARINI, A. R.; MACIEL, M. D. As dimensões da argumentação no ensino de ciências em pesquisas de 2007 a 2017: um olhar para a caracterização e para as ferramentas metodológicas para estudar esta temática. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 32, p. 61-77, 2018.

PRICINOTTO, G.; PRIMO, J. O. Experimentando e “adoçando” o ensino de Química: das dificuldades em estequiometria à confecção de alfajores. **Educação Química em Punto de Vista**, v. 4, n. 1, 2020.

RAMOS, M. G. Educar pela pesquisa é educar para a argumentação. *In*: MORAES, R.; LIMA, V. M. do R. **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012.

RIBEIRO, M. E. M. **O papel de uma comunidade de prática de professores na promoção do interesse dos alunos em aulas de Química**. 2013. 154 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

RIBEIRO, M. E. M.; FANTINEL, M.; RAMOS, M. G. A percepção dos alunos sobre a importância de aprender Química. *In*: Encuentro Iberoamericano Sobre Investigación en Enseñanza de las Ciencias, 4., 2012, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: EIBIEC, 2012.

RODEN, J. Levantamento e análise de questões e o uso de fontes secundárias. *In*: WARD, H.; RODEN, J.; HEWLETT, C.; FOREMAN, J. (Org.). **Ensino de Ciências**. Porto Alegre: Artmed, 2010. p.64-82.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Argumentação no ensino de Ciências: contexto brasileiro. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, p. 13-30, 2011.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, F. R.; AMARAL, C. L. C **A química forense como tema contextualizador no ensino de química**. 2020. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2020.

SANTOS, L. R.; MENEZES, J. A. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 12, n. 26, p. 180-207, 2020.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Uma análise de referenciais teóricos sobre a estrutura do argumento para estudos de argumentação no ensino de ciências. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 243-262, dez. 2011.

SCARPA, D. L. O papel da argumentação no ensino de ciências: lições de um workshop. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, p. 15-30, nov. 2015.

SCHAUFELI, W. B. *et al.* The measurement of engagement and burnout: A two sample confirmatory factor analytic approach. **Journal of Happiness studies**, v. 3, n. 1, p. 71-92, 2002.

SCHIEHL, E. P.; GASPARINI, I. Contribuições do Google Sala de Aula para o ensino híbrido. **Revista Renote**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, dez. 2016.

SILVA, C. S. **Estudo da unidade de aprendizagem no ensino de Química para aprendizagem significativa das leis ponderais**. 2006. 135 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SILVA, M. R. Currículo e competências: a reforma do Ensino Médio e as apropriações pelas escolas. **Educação Unisinos**, v. 14, n. 1, p. 17-26, abr. 2010.

SILVA, M. R.; ARAÚJO, R. M. L. Educação na contramão da democracia - a reforma do Ensino Médio no Brasil. **Revista Trabalho Necessário**, v. 19, n. 39, p. 6-14, 2021.

SILVA, M. R.; BARBOSA, R. P.; KÖRBES, C. A reforma do ensino médio no Paraná: dos enunciados da Lei 13.415/17 à regulamentação estadual. **Retratos da Escola**, v. 16, n. 35, p. 399-417, 2022.

SILVA, D. dos S.; ANDRADE, L. A. P.; SANTOS, S. M. P. dos. Teaching alternatives in pandemic times. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. 1-17, 2020.

SILVA, S. S.; SANTOS JUNIOR, A. C. P. dos. Google sala de aula como ambiente virtual de aprendizagem no ensino superior híbrido: uma revisão da literatura. **EaD Em Foco**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, jul. 2019.

SILVA, W.; CARNEIRO, C. C. B. S. Implantação e desenvolvimento do curso noturno de licenciatura em Química da Universidade Federal do Ceará: trajetória, sentidos e (des)configurações da formação docente. **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 3, p. 344-353, 2021.

SOUZA, F. L. *et al.* **Atividades experimentais investigativas no ensino de Química**. São Paulo: EDUSP, 2013.

SPECHT, C.; RIBEIRO, M.; RAMOS, M. G. Estudo das perguntas de professores e estudantes em aulas de Química. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 225-242, 2017.

TAPIA, J. A.; MONTERO, I. Orientação motivacional e estratégias motivadoras na aprendizagem escolar. *In*: COLL, C.; MARCHESI, Á.; PALACIOS, J. **Desenvolvimento Psicológico e Educação**: psicologia da educação escolar. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 177-192.

TENNANT, M. A aprendizagem ao longo da vida como tecnologia do self. *In*: ILLERIS, K. **Teorias contemporâneas de aprendizagem**. Porto Alegre: Penso Editora, 2013.

VERONEZ, K.; PIAZZA, M. Estudo sobre dificuldades de alunos do ensino médio com estequiometria. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação Em Ciências, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENPEC, 2007.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

WITT, D. **Accelerate Learning with Google Apps for Education**, 2015. Disponível em: <https://danwittwcdsbca.wordpress.com/2015/08/16/accelerate-learning-with-google-apps-foreducation/>. Acesso em: 26 set. 2022.

WOLLF, N. R. **Aprendizagem, avaliação e competência nas três versões da Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**: conceitos em comparação. 2020. 152 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2020.

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO SOBRE AULA EXPERIMENTAL

Aula Experimental UTFPR

Formulário sobre a aula experimental realizada na UTFPR em 22 e 29/09/2022 pelos estudantes do 2ºB que participam da pesquisa de mestrado da prof. Simone C. Incote

***Obrigatório**

1. E-mail *

2. 1. Nome completo *

3. 2. Você realizou a prática em grupo (indique os nomes dos colegas)

Questões gerais

4. 3. Você leu atentamente o material disponibilizado pelo professor ANTES de iniciar o experimento? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Outro: _____

5. 4. Você teve DÚVIDAS durante a leitura? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Outro: _____

6. 5. Fez perguntas à professora ou algum responsável que estivesse disponível no momento de realização dos experimentos? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não
 Outro: _____

7. 6. Caso não tenha feito perguntas em NENHUM momento, dê uma ou mais razões. *

8. 7. Caso tenha feito perguntas, quais foram as principais razões? Descobrir o que fazer em seguida, entender algo que aconteceu (ou não aconteceu) durante o experimento, coisas sobre o material, ou outros... Explique quais foram suas principais perguntas e porque. *

9. 8. Na sua opinião, o que foi mais interessante em estar no laboratório de uma universidade, fazendo uma aula experimental? *

10. 9. Em qual dos dias você foi à UTFPR? (de acordo com sua resposta você será encaminhado para perguntas específicas dos experimentos realizados em cada dia) *

Marcar apenas uma oval.

- Grupo 1 - dia 22/09/2022 Pular para a pergunta 11
 Grupo 2 - dia 29/09/2022 Pular para a pergunta 16

Grupo 1 - dia 22/09/2022

Os experimentos realizados neste dia foram:
1- Queima do Magnésio Metálico
2 - Água oxigenada com batata
3 - Oxidação do Alumínio em meio ácido

11. 10. Sobre o experimento do magnésio, o que você achou mais interessante? Você consegue pensar em alguma relação dessa prática com o cotidiano, onde essa reação aconteça? *

12. 11. Sobre o experimento da água oxigenada com a batata, o que aconteceu quando aproximamos a chama do fósforo? O que deveria ter acontecido? Se houve diferença entre o que ocorreu e o que deveria ter ocorrido, você consegue pensar em uma razão para isso? *

13. 12. Sobre o experimento da oxidação do alumínio, o que aconteceu com o ácido sulfúrico de concentrações: 0,5Mol/l e 2Mol/l ao entrar em contato com o alumínio? Em algum dos tubos de ensaio ocorreu reação? Se não ocorreu, consegue sugerir uma ou mais razões para não ter ocorrido reação? *

14. 13. Pesquise no Google Acadêmico um artigo científico sobre qualquer um dos três experimentos e anexe o link aqui. Leia o artigo brevemente e responda as seguintes questões: (a) Porque você escolheu este artigo? (b) Você compreendeu a explicação apresentada no artigo sobre o experimento realizado? (c) O que a linguagem do artigo científico te faz pensar sobre a forma que você escreve? *

15. 14. Durante a aula houve também apresentação da professora Wanessa Ramsdorf, do laboratório de Ecotoxicologia, sobre o comportamento dos seres vivos em meio ácido. Essa parte da aula te ajudou a responder alguma das perguntas que você tinha feito lá no início da pesquisa? O que você aprendeu nessa parte da aula e o que achou mais interessante? *

Pular para a pergunta 21

Grupo 2 - dia 29/09/2022

Os experimentos realizados neste dia foram:
1- Queima da Palha de aço
2 - Fermento e Vinagre
3 - Soprar água de cal

16. 15. Sobre a queima da Palha de aço, você conseguiu encontrar os dois possíveis produtos formados? Porque foi preciso "abrir" a Palha de aço para que ela queimasse? *

17. 16. Sobre o experimento do fermento com o vinagre, você conseguiu realizar os cálculos de concentração da solução? Você fez alguma comprovação de que a massa aumentou ou diminuiu depois da reação da solução de bicarbonato com vinagre? Explique. *

18. 17. No experimento de soprar água de cal, tudo ocorreu conforme o esperado? Se ao invés de aquecer o tubo depois de soprar, tivéssemos esfriado, o que teria acontecido? Explique o que ocorre ao aquecer o tubo e justifique sua resposta. *

19. 18. Pesquise no Google Acadêmico um artigo científico sobre qualquer um dos três experimentos e anexe * o link aqui. Leia o artigo e responda as seguintes questões: (a) Porque você escolheu este artigo? (b) Você compreendeu a explicação apresentada no artigo sobre o experimento realizado? (c) O que a linguagem do artigo científico te faz pensar sobre a forma que você escreve?

20. 19. Durante a aula houve também apresentação da professora Wanessa Ramsdorf (ou Prof. Larissa) do * laboratório de Ecotoxicologia, sobre o comportamento dos seres vivos em meio ácido. Essa parte da aula te ajudou a responder alguma das perguntas que você tinha feito lá no início da pesquisa? O que você aprendeu nessa parte da aula e o que achou mais interessante?

Pular para a pergunta 21

Questões sobre a
experiência de fazer uma
aula prática na
Universidade

Aqui você responde o que sentiu ao realizar a prática. Suas impressões precisam ser honestas e ditas com suas palavras, para que eu possa analisar os dados com precisão.

21. 20. Qual foi a parte mais interessante de ir até a UTFPR realizar uma aula experimental? *

22. 21. O que você gostou mais na aula experimental? Explique e cite exemplos. *

23. 22. Como você se sentiu ao estar no laboratório podendo manusear vidrarias e substâncias para fazer * reações químicas acontecerem?

24. 23. Você acha que existe **relação** entre os experimentos que você realizou na UTFPR com a notícia do * derramamento do ácido sulfúrico do caminhão e os questionamentos que foram feitos depois da leitura da notícia?

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE B - PERGUNTAS DOS ESTUDANTES SOBRE A NOTÍCIA

| Categoria | Perguntas dos estudantes |
|--|--|
| 1- Propriedades Físico-Químicas do ácido | Esse ácido é inflamável? |
| | Existe algum material que consegue resistir ao ácido sulfúrico? |
| | O ácido sulfúrico é uma substância natural ou composta? |
| | O que é ácido sulfúrico? |
| | O que é ionização? O que é usado para limpar águas contaminadas com produtos tóxicos? |
| | O que o ácido sulfúrico não corrói? |
| | Por que o ácido sulfúrico é tão perigoso? |
| | Por que o ácido sulfúrico não derrete vidro? |
| | Qual a densidade do ácido sulfúrico? |
| | Qual a fórmula e o elemento químico do ácido sulfúrico? |
| | Qual a massa molar do ácido sulfúrico? |
| | Qual é o estado e a composição do ácido sulfúrico? |
| | Qual o ponto de ebulição do ácido sulfúrico? |
| | Sabendo que a H_2SO_4 é a fórmula do ácido sulfúrico, como devemos calcular essa massa? |
| 2 - Normas e transporte de produtos perigosos | A qual empresa o caminhão pertencia? A empresa tem que pagar alguma coisa? Ela é multada ou tem alguma outra punição? |
| | É possível comprar legalmente o ácido sulfúrico? |
| | No que a defesa ambiental pode ajudar nesse caso, além de comunicar o resto das pessoas? |
| | O que podemos fazer para diminuir acidentes como esse? |
| | Qual o órgão brasileiro que cuida de produtos químicos? |
| | Após o acidente, o governo tomou medidas para ajustar a rodovia para que não houvesse mais acidentes? |
| | Como a carreta tombou? Qual foi o motivo de ter tombado? O que causa o tombamento do veículo? Acontece o deslocamento de qual força? |
| | Qual a relação entre velocidade e atrito? |
| | Como eles transportam o ácido sulfúrico? |
| | Qual era o rumo do caminhão antes do acidente? |
| | Como os caminhoneiros podem se cuidar para que o derramamento de produtos seja menor? |
| | Como podemos evitar o ácido de entrar em contato com a pele? Existe alguma roupa que protege contra o ácido sulfúrico? |
| | Entrar em contato, mas não tocar no ácido sulfúrico causaria complicações futuras? |

| Categoria | Perguntas dos estudantes |
|--|--|
| 3 - Reações químicas com ácido sulfúrico | O que acontece ao misturar água com ácido sulfúrico? A ordem da mistura altera a reação? |
| | O que acontece com a água quando entra em contato com o ácido sulfúrico? |
| | O que ocorre quando o ácido sulfúrico entra em contato com a água? |
| | Quais reações o corpo humano pode ter ao ingerir este tipo de substância? |
| | Qual a reação do corpo ao entrar em contato com o ácido sulfúrico? |
| | Como eliminar o ácido sulfúrico da água? |
| | Como faz para descontaminar a água agora? Existe algum outro reagente químico utilizado para fazer a limpeza? |
| | Como fizeram para limpar tudo aquilo? Como foi resolvido o acidente? Qual seria a fórmula utilizada para fazer a limpeza, descontaminação da água? |
| | Como retiraram o ácido sulfúrico da água? Eles conseguiram limpar o rio? |
| | O que eles planejam fazer com o ácido que foi derramado após o acidente? |
| | Por conta desse produto químico, como fizeram para amenizar a situação e voltar ao normal os banhos neste rio? |
| | Quanto tempo demora para a água voltar a ser potável após sofrer esta alteração? |
| | Como é feita a testagem da água? |
| | É possível que vestígios do produto químico tenham ficado na água? |
| 4- Aplicações mais importantes do ácido sulfúrico | Como é utilizado o ácido sulfúrico? |
| | É possível fabricar ácido sulfúrico? E quais componentes o ácido sulfúrico é utilizado na indústria química? Em que é usado o ácido sulfúrico? |
| | Existem bombas químicas com este ácido? |
| | O ácido sulfúrico é usado em indústrias? O ácido sulfúrico serve para quê? |
| | Onde se aplica o ácido sulfúrico? |
| | Para onde é levado e onde é feito o ácido sulfúrico? |
| | Para que é usado o ácido sulfúrico? |
| | Por que a indústria utiliza o ácido sulfúrico? |
| | Qual a importância do ácido sulfúrico? Qual o principal uso do ácido sulfúrico? |

| Categoria | Perguntas dos estudantes |
|---|---|
| 5 - Acidentes com materiais perigosos no Brasil / Curiosidades | Qual foi o acidente anterior? Pois o local já estava interditado |
| | Qual foi o maior acidente químico no Brasil e o que ele causou no local? |
| | O tombamento de caminhões com elementos químicos é corriqueiro? |
| | Por que a BR-376 tem tantos registros de acidentes? Por que os caminhões tombam tanto nesses mesmos km? |
| | Como ficou a situação do caminhão? |
| | O motorista estava embriagado, dormindo ou perdeu o controle do caminhão? |
| | O motorista foi contaminado com esse produto químico? |
| | O motorista morreu no local ou a caminho da ajuda? |
| | Em que local o produto químico caiu? |
| | Há quanto tempo isso aconteceu? |
| | Por que aconteceu esse acidente? |
| | Quantos litros de ácido sulfúrico o caminhão carregava? |
| | Que horas aconteceu o acidente? |
| | Que horas e em que lugar aconteceu o acidente? |
| | Quem fez a reportagem? |
| Todo o produto químico caiu no rio ou apenas uma porcentagem? | |
| 6 - Danos à saúde humana | A inalação do ácido pode fazer mal? Esse ácido, ao ser inalado, o que ocorre no ser humano? |
| | Além do motorista do caminhão, mais alguém se feriu por conta do acidente? |
| | Alguém acabou ingerindo essa água ou morrendo por conta da água? Alguém foi contaminado? |
| | Caso alguém entre no rio contaminado pelo ácido, quais efeitos colaterais ela irá sofrer? Caso o produto entrasse em contato com alguma pessoa, o que aconteceria? |
| | Como o ácido sulfúrico age no corpo humano? |
| | Há cura ou tratamento para ele? |
| | O que o ácido sulfúrico pode causar no ser humano? Quais os males do ácido sulfúrico ao entrar em contato com os seres humanos? |
| | O que acontece com os banhistas se estiverem nadando neste rio? |
| | O que acontece quando a pessoa toma a água com ácido sulfúrico? |
| | O que acontece se entrar em contato com a pele? |
| | O que causou a morte do motorista? O ácido ou o acidente? |
| | O que fazer se eu ingerir o ácido sem querer? Por exemplo, o rio, que fala no texto, foi contaminado, se eu ingerisse essa água, o que eu poderia fazer pra não me fazer mal? |
| | O que iria acontecer se uma pessoa entrasse no rio e entrasse em contato com o produto químico? |
| | Por que o rio foi interditado pelo derramamento do ácido? O que poderá causar no corpo humano? |
| | Quais os efeitos que o produto químico causou aos animais que habitavam o rio? |

| Categoria | Perguntas dos estudantes |
|------------------------------|--|
| 7 - Impacto Ambiental | Quais foram as consequências do abastecimento da cidade com relação ao produto derramado no rio? |
| | O Rio São João precisou ser interditado? |
| | O rio já foi liberado? |
| | O que aconteceria se o ácido sulfúrico atingisse toda a região do rio? |
| | A contaminação é muito rápida? |
| | As águas ficaram contaminadas? |
| | Como ficou a vegetação do local? (pois o químico possui um grau de ionização alto, ou seja, é um ácido forte). |
| | O que acontecerá com a vida e a vegetação desse rio? |
| | O que ele causa na natureza? |
| | O rio ainda está contaminado? |
| | Quais as chances de matar os peixes do rio por conta do ácido? |
| | Quais as consequências teriam se o ácido sulfúrico afetasse todo o rio? |
| | Quais males o ácido sulfúrico pode causar no meio ambiente? |
| | Quais os problemas ambientais causados pelo ácido sulfúrico? |

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO COM LÍDERES DE GRUPO

1. Com relação à sua aprendizagem

1.1. Com que disciplina escolar você tem mais facilidade de aprender? Você julga que existe alguma razão específica para isso?

1.2. Você tem dificuldades para aprender Química? Se sim, quais as razões que você julga que podem ser a causa dessa dificuldade?

1.3. Que tipo de metodologia de ensino você prefere para aprender os conteúdos na escola?

1.4. Quando você precisa aprender um conteúdo “novo”, você prefere fazê-lo de que maneira? Existe algum processo que você costuma seguir?

2. Com relação ao questionar em aula

2.1. Você costuma fazer perguntas ao professor ou aos colegas quando não compreende alguma coisa em sala de aula? Como você se sente quando precisa perguntar algo?

2.2. Você considera que fazer perguntas pode facilitar seu aprendizado? Por quê?

2.3. Qual a maior dificuldade que você encontra ao precisar fazer uma pergunta?

3. Com relação à pesquisa como metodologia

3.1. Algum professor ou outra pessoa já te explicou como faz uma pesquisa? O que você compreende por pesquisar?

3.2. Na sua opinião, a pesquisa é uma boa maneira de aprender algum conhecimento?

3.3. Quais são as suas dificuldades quando lhe é pedido para pesquisar alguma coisa em sala de aula?

3.4. Na sua opinião, como seria uma maneira eficiente de realizar uma pesquisa em sala de aula?

4. Com relação ao trabalho em grupo e construção de argumentos

4.1. Na sua opinião, você tem facilidade ou dificuldade para trabalhar em grupo na sala de aula?

4.2. Que tipo de dificuldades você encontra neste tipo de trabalho (em grupo)?

4.3. Ao trabalhar em grupo, você assume algum tipo de papel no grupo (organizar, liderar, anotar, buscar, argumentar etc.) ou apenas aguarda instruções?

4.4. Você tem facilidade para argumentar com as outras pessoas no seu grupo de trabalho? Ou o que você considera mais difícil fazer nesta situação de precisar defender uma ideia?

5. Com relação ao uso da tecnologia para a aprendizagem

5.1. Você utiliza algum tipo de tecnologia para aprender os conteúdos da escola? Acha que ela é importante para isso ou atrapalha mais na sua concentração?

5.2. Como você se sentiu durante o período do ensino remoto? Aprender longe do professor ou dos colegas foi produtivo?

5.3. Você acha que plataformas como o *Google Classroom*, que simulam uma sala de aula real, podem ajudar no seu processo de aprendizagem? Como?

6. Você gostaria de acrescentar alguma outra informação que considera importante sobre a sua aprendizagem de Química ou sobre a metodologia que a professora empregou?

APÊNDICE D - TERMO PARA PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Título do Projeto: A Pesquisa em Sala de Aula como metodologia para o ensino de Cálculo Estequiométrico no *Google Classroom*: uma experiência no segundo ano do ensino médio na Rede Pública do Estado do Paraná

Investigador:

- Fabiana Pauletti – Doutora em Educação em Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (2018). Mestre em Educação pela Universidade de Caxias do Sul (2013) e Licenciada em Química pela mesma instituição (2009). Telefone: (54) 98113-5597. E-mail: fpauletti@utfpr.edu.br
- Simone Cristina Incote – Licenciada em Química, Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Formação Científica Educacional e Tecnológica (PPGFCET), Professora da Rede Estadual de Educação do Estado do Paraná. Endereço: Rua José Ferreira da Rocha, 170, Curitiba, – PR. Telefone: (41) 996153526. E-mail: simonemorelli2003@hotmail.com

Local de realização da pesquisa: Colégio Estadual Padre Cláudio Morelli.

Endereço, telefone do local da escola: Rua Luiz Nichele, 8, Umbará, Curitiba, PR. Tel.: (41) 3348-4532.

Título da pesquisa: A Pesquisa em Sala de Aula como metodologia para o ensino de Cálculo Estequiométrico no *Google Classroom*: uma experiência no segundo ano do Ensino Médio na Rede Pública do Estado do Paraná

O que significa assentimento?

O assentimento significa que você concorda em fazer parte de um grupo de adolescentes, da sua faixa de idade, para participar de uma pesquisa. Serão respeitados seus direitos e você receberá todas as informações por mais simples que possam parecer.

Pode ser que este documento denominado TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO contenha palavras que você não entenda. Por favor, peça ao responsável pela pesquisa ou à equipe do estudo para explicar qualquer palavra ou informação que você não entenda claramente.

Informação ao participante da pesquisa:

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa que tem como temática o ensino de Química utilizando a metodologia da Pesquisa em Sala de Aula, visando compreender as contribuições desta metodologia para a aprendizagem de Cálculo Estequiométrico.

Nesta pesquisa, a sua professora utilizará uma Metodologia de Ensino chamada Pesquisa em Sala de Aula. Você vai realizar atividades individuais e em grupo, na sua sala de aula mesmo, e vai fazer pesquisas em casa sobre o assunto

que vamos estudar. Todo o material que você produzir será guardado com a professora que está fazendo a pesquisa e vai ser usado para a dissertação do Mestrado que ela está fazendo. A professora vai analisar tudo o que foi conversado, produzido e discutido nas aulas e vai produzir um material chamado Produto Educacional, que poderá ser consultado por outros professores.

Confidencialidade:

Os materiais resultantes das atividades realizadas serão mantidos em confidencialidade com os pesquisadores. Na divulgação dos resultados, será mantido o anonimato dos participantes, bem como da escola. Assim, ao participar do estudo, o pesquisador e os participantes se comprometem a não compartilhar as intervenções, sob pena previstas em lei.

Riscos e Benefícios

Riscos

Talvez você perceba uma alteração na rotina da sala de aula, pois vamos usar uma outra metodologia de ensino. Esta maneira diferente de aula vai te ajudar a participar mais. Se você não gosta de falar muito ou dar opinião, talvez fique desconfortável ao expor suas ideias ao grupo ou durante as discussões e encaminhamentos das atividades. Fique tranquilo, a professora quer que todos se sintam acolhidos e tratados com ética e cuidado, e tenham suas opiniões respeitadas e consideradas. Todas as coisas que forem feitas nas aulas durante a pesquisa são mantidas em segredo e vocês estão protegidos. Todos os estudantes vão ser identificados por um código e seus nomes não serão divulgados. As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e sob sua guarda.

Benefícios

Você vai poder participar de uma aula diferente, conhecer um novo jeito de aprender. Enquanto isso, a professora vai poder investigar como pode ensinar melhor e ajudar outros professores, contando como vocês fizeram isso.

Critérios de inclusão e exclusão

Só poderão participar da pesquisa os alunos das duas turmas do Ensino Médio em que a professora/pesquisadora dá aulas.

Exclusão: não se aplica.

Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

Intenciona-se que a participação nesta pesquisa se dê durante as aulas previstas para a disciplina. No entanto, caso seja do seu interesse, poderá deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, podendo retirar o consentimento sem nenhuma penalização, assim como o direito de receber esclarecimentos em qualquer etapa da pesquisa.

Você pode assinalar o campo a seguir para receber o resultado desta pesquisa, caso seja do seu interesse:

() quero receber os resultados da pesquisa;

E-mail para envio: _____

() não quero receber os resultados da pesquisa.

DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA:

Eu li e discuti com o investigador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar, e que posso interromper a minha participação a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito.

Eu entendi a informação apresentada neste TERMO DE ASSENTIMENTO. Eu tive a oportunidade para fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas.

Eu receberei uma cópia assinada e datada deste Documento DE ASSENTIMENTO INFORMADO.

Nome do participante:

Assinatura: _____

Data: ___/___/___

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Nome completo: Simone Cristina Incote. RG: 5743482-1 PR

Data de Nascimento: 17/02/1975

Endereço: Rua José Ferreira da Rocha,170. CEP: 81870-080

Cidade: Curitiba. Estado: Paraná

Assinatura pesquisador: _____ Data: ___/___/___,

Se você ou os responsáveis por você(s) tiver(em) dúvidas com relação ao estudo, direitos do participante, ou no caso de riscos relacionados ao estudo, você deve contatar o(a) investigador (a) do estudo ou membro de sua equipe: Simone Cristina Incote, e-mail: simonemorelli2003@hotmail.com ou telefone: (41) 996153526.

Se você tiver dúvidas sobre direitos como um participante de pesquisa, você pode contatar o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). **Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** (41) 3310-4494, **e-mail:** coep@utfpr.edu.br.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) E TERMO DE CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ (TCUISV)

Título da pesquisa: A Pesquisa em Sala de Aula como metodologia para o ensino de Cálculo Estequiométrico no *Google Classroom*: uma experiência no segundo ano do Ensino Médio na Rede Pública do Estado do Paraná

Pesquisadores responsáveis pela pesquisa:

Fabiana Pauletti – Doutora em Educação em Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (2018). Mestre em Educação pela Universidade de Caxias do Sul (2013) e Licenciada em Química pela mesma instituição (2009). Telefone: (54)98113-5597. E-mail: fpauletti@utfpr.edu.br

Simone Cristina Incote – Licenciada em Química, Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Formação Científica Educacional e Tecnológica (PPGFCET), Professora da Rede Estadual de Educação do Estado do Paraná. Endereço: Rua José Ferreira da Rocha, 170, Curitiba, – PR - Telefone: (41) 996153526; E-mail: simonemorelli2003@hotmail.com

Local de realização da pesquisa: Colégio Estadual Padre Cláudio Morelli

Endereço, telefone do local da escola: Rua Luiz Nichele, 8, Umbará, Curitiba, PR. Tel.: (41) 3348-4532.

Informações ao participante

Apresentação da pesquisa

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa que tem como temática o ensino de Química utilizando a metodologia da Pesquisa em Sala de Aula, visando compreender as contribuições desta metodologia para a aprendizagem de Cálculo Estequiométrico.

Moraes, Galiazzi e Ramos (2012) construíram uma proposta de ensinar através do uso da investigação, construindo a metodologia de “Pesquisa em Sala de Aula”, que consiste em um movimento cíclico iniciado com o questionamento dos estudantes, os quais em seguida passam à construção dos argumentos e, posteriormente, à comunicação dos resultados obtidos ao grupo de pesquisa e na sequência ao grande grupo, onde recebem as críticas, sugestões e novos questionamentos para reiniciar o ciclo.

Para aplicação desta metodologia, utiliza-se Unidades de Aprendizagem (UAs) que são compostas de conjuntos organizados de atividades, capazes de ajudar na mediação das aprendizagens dos alunos (MORAES; GOMES, 2007) ou ainda métodos alternativos de planejamento, elaboração e organização dos trabalhos em sala de aula (GALIAZZI *et al.*, 2004). As UAs possibilitarão o desenvolvimento de atividades individuais e coletivas para coleta de dados que serão analisados pela pesquisadora.

Assim, com o interesse em investigar o uso da metodologia da Pesquisa em Sala de Aula no ensino de Cálculo Estequiométrico, a pesquisa vinculada ao mestrado profissional em desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em

Formação Científica Educacional e Tecnológica (PPGFCET) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), do Campus de Curitiba, tem como questão principal: De que modo Pesquisa em Sala de Aula pode contribuir para o ensino de cálculo estequiométrico? Enquanto o objetivo geral busca compreender se o uso da Pesquisa em Sala de Aula pode contribuir com a aprendizagem de estudantes do Ensino Médio de uma escola da Rede Pública do Estado do Paraná sobre o conceito químico de Cálculo Estequiométrico, com o auxílio do *Google Classroom*.

Assim, nessa pesquisa de mestrado será empregada a metodologia da Pesquisa em Sala de Aula, mediante a construção de Unidades de Aprendizagem (UA), a fim de ensinar o conceito de Cálculo Estequiométrico a estudantes do segundo ano do Ensino Médio de uma escola da Rede Pública do Estado do Paraná.

Os dados constituídos durante a investigação serão analisados empregando-se a Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2012).

Objetivo da pesquisa

Objetivo geral: Compreender se o uso da Pesquisa em Sala de Aula pode contribuir com a aprendizagem de estudantes do Ensino Médio de uma escola da Rede Pública do Estado do Paraná sobre o conceito químico de Cálculo Estequiométrico, com o auxílio do *Google Classroom*.

Objetivos específicos:

- Construir um quadro teórico em torno das demandas hodiernas do ensino de Química com vistas a atender a Base Nacional Comum Curricular e o Referencial Curricular do Estado do Paraná;
- Identificar o uso *Google Classroom* como uma ferramenta complementar de ensino de Química;
- Explorar possibilidades de ensino de Química, mais especificamente o Cálculo Estequiométrico, a partir da metodologia Pesquisa em Sala de Aula;
- Construir e aplicar uma Unidade de Aprendizagem (UA) sobre o Cálculo Estequiométrico;
- Avaliar o uso do *Google Classroom* como ferramenta de ensino de Cálculo Estequiométrico, juntamente com a Pesquisa em Sala de Aula através da Unidade de Aprendizagem;

Participação na pesquisa

A escola em que a pesquisa será realizada encontra-se na região sul de Curitiba, bairro Umbará, no estado do Paraná, em que a pesquisadora atua como professora de Química na Rede Pública Estadual.

A pesquisa ocorrerá durante dez aulas de Química da professora/pesquisadora, em duas turmas do 2º ano do Ensino Médio, do período matutino. Todos os estudantes destas duas turmas serão informados sobre a pesquisa e convidados a participarem da mesma em uma reunião agendada com seus responsáveis. Os estudantes e responsáveis que concordarem com a participação farão o preenchimento dos termos: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e Termo de Consentimento para Uso De Imagem e Som De Voz (TCLE/TCUISV) - para maiores de 18 anos; Termo de Assentimento (TALE) e

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e Termo de Consentimento para Uso De Imagem e Som De Voz (TCLE/TCUISV) para os pais ou responsável legal - para menores de 18 anos e maiores de 12 anos.

Será produzida uma Unidade de Aprendizagem com vistas a aplicar a Pesquisa em Sala de Aula no ensino de Cálculo Estequiométrico, conteúdo já previsto para esta disciplina dentro desta série.

A pesquisa é do tipo participante e ocorrerá em agosto de 2022, tendo em vista o parecer favorável do Comitê de Ética e levando em consideração o planejamento da professora/pesquisadora para este ano escolar.

Para esta pesquisa, iremos utilizar os seguintes instrumentos: pesquisa bibliográfica e documental, questionário, entrevista, diários de campo e gravações em áudio das atividades em grupo durante as aulas. Os dados coletados utilizando estes instrumentos serão analisados utilizando Análise Textual Discursiva. As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e sob sua guarda.

Confidencialidade

Os materiais resultantes das atividades realizadas serão mantidos em confidencialidade com os pesquisadores. Na divulgação dos resultados, será mantido o anonimato dos participantes, bem como da escola. Assim, ao participar do estudo, o pesquisador e os participantes se comprometem a não compartilhar as intervenções, sob pena previstas em lei.

Riscos e Benefícios

Entre os riscos para esta pesquisa participante se consideram uma alteração na rotina da prática pedagógica, visto que o conteúdo será abordado utilizando uma outra metodologia de ensino. Como que esta metodologia incentivará uma maior participação do estudante, consideramos o risco de causar um desconforto no estudante ao expor suas ideias ao grupo ou durante as discussões e encaminhamentos das atividades. Para minimizar o risco deste desconforto, a pesquisadora, que é a própria professora da turma, tomará os cuidados necessários para que os estudantes se sintam acolhidos e tratados com ética e cuidado, tendo suas opiniões respeitadas e consideradas.

As pesquisadoras asseguram que o caráter anônimo dos dados coletados nesta pesquisa será mantido e que suas identidades serão protegidas. Questionários, entrevistas semiestruturadas, o material produzido pelos pesquisados e outros documentos não serão identificados pelo nome, mas por um código.

Benefícios

Para os estudantes participantes, um dos benefícios da pesquisa é ter oportunidade de participar de uma aula utilizando uma metodologia diferente do seu cotidiano escolar e que tem potencial para melhorar aprendizagem na disciplina de Química. Como benefício para a área de ensino, esperamos contribuir com as discussões sobre o ensino e a aprendizagem de Química utilizando metodologias alternativas e mais centradas na participação do estudante, que fomentem o engajamento dos estudantes no processo de aprendizagem, tomada de consciência e desenvolvimento de autonomia e protagonismo.

Critérios de inclusão e exclusão

Inclusão: estudante matriculado no 2º ano do Ensino Médio, das turmas onde será realizada a pesquisa.

Exclusão: não se aplica.

Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo

Intenciona-se que a participação nesta pesquisa se dê durante as aulas previstas para a disciplina. No entanto, caso seja do seu interesse, poderá deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, podendo retirar o consentimento sem nenhuma penalização, assim como o direito de receber esclarecimentos em qualquer etapa da pesquisa.

Você pode assinalar o campo a seguir para receber o resultado desta pesquisa, caso seja do seu interesse:

quero receber os resultados da pesquisa;

E-mail para envio: _____.

não quero receber os resultados da pesquisa.

Ressarcimento e indenização

Esta pesquisa não gerará nenhum custo para os participantes envolvidos, devido a este motivo não haverá a necessidade de uma especificação de ressarcimento. No entanto, o direito à indenização haverá sempre que um colaborador entender que houve algum tipo de dano, de acordo com a Resolução 466/12.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, Telefone: (41) 3310- 4494, e-mail: coep@utfpr.edu.br.

CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos, benefícios, ressarcimento e indenização relacionados a este estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo, permitindo que os pesquisadores relacionados neste documento obtenham fotografia, filmagem ou gravação de voz de minha pessoa

para fins de pesquisa científica/educacional. As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e sob sua guarda.

Concordo que o material e as informações obtidas relacionadas a minha pessoa possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não devo ser identificado por nome ou qualquer outra forma.

Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo. Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos, benefícios, ressarcimento e indenização relacionados a este estudo.

Após reflexão, decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: _____ RG: _____
Data de Nascimento: ___/___/_____. Telefone: (___) _____
Endereço: _____ Cidade: _____
Estado: _____ CEP: _____
Assinatura: _____ Data: ___ / ___ / ___

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Nome completo: Simone Cristina Incote. RG: 5743482-1 PR

Data de Nascimento: 17/02/1975

Endereço: Rua José Ferreira da Rocha,170. CEP: 81870-080 Cidade: Curitiba.

Estado: Paraná

Assinatura pesquisador: _____ Data: ___/___/___,

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Simone Cristina Incote, e-mail: simonemorelli2003@hotmail.com ou telefone: (41) 996153526.

Contato do Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos para denúncia, recurso ou reclamações do participante pesquisado: Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR) Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Rebouças, CEP: 80230-901, Curitiba -PR, Telefone: 3310-4494. E-mail: coep@utfpr.edu.br

APÊNDICE E - ROTEIROS DAS AULAS EXPERIMENTAIS

Atividade Experimental – Pesquisa em Sala de Aula 1

*Se informe com o professor sobre o descarte adequado dos resíduos!

EXPERIMENTO 1 - QUEIMA DO MAGNÉSIO

Procedimento:

1. Utilize uma fita de fita de magnésio.
2. Pesar a fita de magnésio e anotar a massa (massa inicial)
3. Segurar uma das pontas da fita de magnésio com uma pinça metálica.
4. Aproximar a fita de magnésio da chama, no bico de Bunsen, até que se inicie a reação*
5. Após o início da reação pode-se afastar a fita da chama.
6. Coletar o material resultante da queima em um vidro de relógio
7. Pesar e comparar com massa inicial do magnésio
8. Adicionar aproximadamente 1mL de água destilada ao resíduo sólido obtido homogeneizar a mistura
9. Adicionar então 3 a 5 gotas de fenolftaleína à mistura
10. Observar e anotar

* **Observação:** Nunca olhar diretamente e fixamente para a fita de magnésio durante a reação química. O brilho provocado pela reação química é muito intenso e pode ser prejudicial aos olhos. A luz é rica em radiação fotoquimicamente ativa.

Questões:

1. Escreva a equação química balanceada, classifique de acordo com o tipo de reação.
2. Elabore um cálculo estequiométrico utilizando a reação da questão anterior e determine a massa de produto que deveria ter sido obtida a partir da massa de Magnésio inicial.

3. Compare com o valor da massa final obtida. Determine o rendimento dessa reação e explique por que a massa obtida é diferente da calculada teoricamente.

EXPERIMENTO 2. ÁGUA OXIGENADA COM BATATA

Procedimento:

1. Raspar uma porção de batata crua e o colocar dentro de um tubo de ensaio.
*É importante segurar o tubo de ensaio com o pregador de madeira.
2. Adicionar cerca de 10 gotas de água oxigenada (10Volumes)
3. Observar e anotar o que ocorre
4. Aproximar a chama de um palito de fósforo* acesa da boca do tubo onde ocorreu a reação

* (não demore muito ou o gás formado sairá totalmente do tubo)

Questões:

1. Escreva a equação química balanceada, classifique de acordo com o tipo de reação.
2. Qual é o gás formado na reação? O que aconteceu ao aproximar a chama de um palito de fósforo acesa da boca do tubo onde ocorreu a reação? Justifique.
3. Qual é o papel da batata nesta reação? O que aconteceria se ela não fosse utilizada?
4. Como seria possível saber a quantidade de gás que se formou nessa reação? Proponha um método para esta determinação.

EXPERIMENTO 3. OXIDAÇÃO DO ALUMÍNIO EM MEIO ÁCIDO

Procedimento:

1. Cortar pedaços de papel alumínio* e fazer bolinhas (*desse que se usa na cozinha)
2. Colocar as bolinhas de alumínio no interior de um tubo de ensaio
3. Pesar este sistema (tubo de ensaio+alumínio) – este será o tubo 1
4. Repita os passos 1 a 3 – este será o tubo 2
5. Colocar os tubos de ensaio na estante

6. Medir um volume de 10mL de solução de ácido sulfúrico* (0,5Mol/l)
7. Adicionar o ácido sulfúrico ao alumínio dentro do tubo de ensaio 1
8. Observar e anotar (o que ocorre e o tempo)
9. Medir um volume de 10mL de solução de ácido sulfúrico* (2Mol/l)
10. Adicionar o ácido sulfúrico ao alumínio dentro do tubo de ensaio 2
11. Observar e anotar (o que ocorre e o tempo)

* Como sugestão – Demonstrativa: mesmo experimento com 10ml de ácido sulfúrico 6mol/l

Questões:

1. Escreva a equação química balanceada, classifique de acordo com o tipo de reação.
2. Qual a diferença nos tempos de reação nos tubos 1 e 2? Justifique.
3. Qual é o gás formado nesta reação? Como ele é diferente do experimento anterior?
4. Como podemos determinar a massa de gás formada na reação? Proponha um método estequiométrico.

Questão final:

No caso do acidente com ácido sulfúrico que discutimos anteriormente, que material seria o indicado para neutralização? Escreva a reação, classifique e estime quanto deste produto seria necessário para neutralizar os 32mil litros (caso fosse possível assim que foram derramados).

** Depois de realizados os experimentos, feitas as coletas de dados e respondidas as questões, cada equipe irá preparar um material para fazer a **comunicação** de seus resultados ao outro grupo.*

Atividade Experimental – Pesquisa em Sala de Aula

*Se informe com o professor sobre o descarte adequado dos resíduos!

EXPERIMENTO 1. QUEIMA DO BOMBRIL

Procedimento:

1. Pesar a cápsula de porcelana e anotar a massa;
2. Pesar o cápsula de porcelana + a esponja de aço e anotar a massa;
3. Aproximar da esponja de aço a chama de um palito de fósforo até que toda esponja queime
4. Após a queima, pesar novamente o cápsula de porcelana + produto formado e anotar a massa.

Questões:

1. Escreva a equação química balanceada e classifique de acordo com o tipo de reação.
2. Por que aumentou a massa? Quais os possíveis produtos formados?
3. Como calcular o rendimento da reação?
4. Qual dos dois produtos seria formado com maior rendimento?

EXPERIMENTO 2. FERMENTO E VINAGRE

Procedimento:

1. Pesar um béquer de 150ml e anotar a massa
2. Colocar 4 gramas de bicarbonato de sódio (fermento químico) no béquer com auxílio de uma espátula
3. Adicionar água destilada ao béquer até o volume de 100mL. Em seguida, misturar com um bastão de vidro
4. Adicionar 20mL da solução de bicarbonato preparada no béquer a um tubo de ensaio
5. Adicionar 20mL de vinagre comercial ao tubo de ensaio anterior com uma pipeta

Questões:

1. Escreva a equação química balanceada e classifique de acordo com o tipo de reação.
2. Calcule a concentração em g/l e em mol/l da solução de bicarbonato preparada no béquer.
3. Qual é o gás formado nesta reação? Aqui a massa total do sistema aumenta ou diminui? Justifique.
4. Como o tubo de ensaio é um sistema aberto o gás formado foi perdido para o ambiente externo. Proponha um método que permita determinar a quantidade de gás que se formou na reação.

EXPERIMENTO 3. SOPRAR ÁGUA DE CAL**Procedimento:**

1. Preparar uma solução saturada de óxido de cálcio dissolvendo cal virgem em água destilada
2. Deixar decantar por aproximadamente 3min.
3. Colocar 15ml da solução sobrenadante em tubo de ensaio
4. Adicionar 2gotas de fenolftaleína
5. Soprar utilizando um canudo plástico
6. Observar e anotar
7. Dividir a solução restante em 2 tubos de ensaio
8. Aquecer um deles até ebulição
9. Observar e anotar

Questões:

1. Escreva as equações químicas balanceadas (da dissolução da Cal virgem em água e a reação do “sopro” na água de cal). Classifique cada uma delas de acordo com o tipo de reação.

2. Explique por que a coloração da água de cal+fenolftaleína muda quando assopramos.
3. O que acontece quando o tubo é aquecido depois de ter soprado na solução? Explique o que acontece.

Questão final:

No caso do acidente com ácido sulfúrico que discutimos anteriormente, que material seria o indicado para neutralização? Escreva a reação, classifique e estime quanto deste produto seria necessário para neutralizar os 32mil litros (caso fosse possível assim que foram derramados).

*Depois de realizados os experimentos, feitas as coletas de dados e respondidas as questões, cada equipe irá preparar um material para fazer a **comunicação** de seus resultados ao outro grupo.*