

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

Ana Luisa do Amaral Fernandes Ferreira

**Sequências didáticas interdisciplinares:** trilhando caminhos para a compreensão  
de conceitos químicos

Juiz de Fora  
2021

Ana Luisa do Amaral Fernandes Ferreira

**Sequências didáticas interdisciplinares: trilhando caminhos para a compreensão de conceitos químicos**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Juiz de Fora, área de concentração Educação Química, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Química.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Andréia Francisco Afonso

Juiz de Fora

2021

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

Ferreira, Ana Luisa do Amaral Fernandes.

Sequências didáticas interdisciplinares: : trilhando caminhos para a compreensão de conceitos químicos / Ana Luisa do Amaral Fernandes Ferreira. -- 2021.

170 f. : il.

Orientadora: Andréia Francisco Afonso

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Química, 2021.

1. Sequência didática. 2. Interdisciplinaridade. 3. Química. I. Afonso, Andréia Francisco, orient. II. Título.

**Ana Luisa do Amaral Fernandes Ferreira**

**Sequências didáticas interdisciplinares: trilhando caminhos para a  
compreensão de conceitos químicos**

**Tese apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação  
em Química da Universidade  
Federal de Juiz de Fora como  
requisito parcial à obtenção  
do título de Doutora em  
Química da Universidade  
Federal de Juiz de Fora como  
requisito parcial à obtenção  
do título de doutora em  
Química**

**Aprovada em 09 de novembro de 2021.**

**BANCA EXAMINADORA**

**Profa. Dra. Andréia Francisco Afonso -  
Orientadora Universidade Federal de  
Juiz de Fora**

**Prof. Dr. Gustavo Bizarria Gibin  
Universidade Estadual Paulista**

**Profa. Dra. Keila Bossolani Kiill  
Universidade Federal de Alfenas**

**Prof. Dr. José Gonçalves Teixeira Júnior  
Universidade Federal de Uberlândia**

**Prof. Dr. José Guilherme da Silva Lopes  
Universidade Federal de Juiz de Fora**

Juiz de Fora, 04/11/2021.



Documento assinado eletronicamente por Andreia Francisco Afonso, Professor(a), em 09/11/2021, às 16:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Gustavo Bizarria Gibin, Usuário Externo, em 09/11/2021, às 17:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por José Gonçalves Teixeira Júnior, Usuário Externo, em 09/11/2021, às 18:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Jose Guilherme da Silva Lopes, Professor(a), em 10/11/2021, às 09:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Keila Bossolani Kiill, Usuário Externo, em 11/11/2021, às 08:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf ([www2.ufjf.br/SEI](http://www2.ufjf.br/SEI)) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador 0563412 e o código CRC 430842C2.

## RESUMO

A Química é considerada de difícil entendimento por muitos estudantes, pois a compreensão dos conceitos se dá no nível submicroscópico, sendo, portanto, abstratos. Isso se transforma em um desafio tanto para os estudantes, quanto para o professor no momento de abordar os conteúdos. Nesse sentido, essa pesquisa teve o objetivo de investigar como a elaboração e aplicação de sequências didáticas interdisciplinares, por um professor de Química da primeira série do Ensino Médio podem auxiliar nos processos de ensino e de aprendizagem de conceitos químicos que foram considerados como os mais difíceis de serem entendidos pelos estudantes e explicados por ele. Dessa forma, o docente que lecionava em uma escola localizada no interior de Minas Gerais elaborou e aplicou sequências didáticas interdisciplinares, uma para cada bimestre, utilizando experimento, exercícios, apresentação de trabalhos oriundos de pesquisas prévias sobre os assuntos, dentre outras metodologias. Pensou-se na interdisciplinaridade na intenção de mostrar aos estudantes uma visão mais ampla dos conceitos químicos a partir da sua interação com outras disciplinas presentes no currículo do Ensino Médio, e que despertassem o interesse e estimulassem a participação dos estudantes. Já a escolha dos conteúdos que compuseram as sequências didáticas interdisciplinares se deu a partir de um levantamento feito previamente, utilizando-se de quatro ferramentas, nas quais os estudantes e o docente indicaram os de mais difícil compreensão e abordagem. Mesmo sendo um desafio para o professor, os resultados apontaram que houve um aprimoramento da prática docente e maior segurança na abordagem dos conteúdos químicos quando se utiliza conceitos de outras disciplinas. Além disso, o interesse e participação dos estudantes também se mostraram acentuados durante a aplicação das sequências didáticas interdisciplinares. Diante disso, o professor afirmou o desejo de reaplicá-las em outras ocasiões.

Palavras-chave: Sequência didática. Interdisciplinaridade. Química.

## ABSTRACT

Chemistry is considered to be difficult for many students to understand, as the understanding of the concepts takes place at the submicroscopic level, therefore, it is abstract. This becomes a challenge for both students and the teacher when addressing the content. In this matter, this research aims to investigate how the preparation and application of interdisciplinary didactic sequences, by a Chemistry teacher in Freshman year of high school, can help the process of teaching and learning chemical concepts which were considered as the most difficult to be understood by the students and explained by him. Hence, the teacher classes at a school in the countryside of Minas Gerais prepared and applied interdisciplinary didactic sequences, one for each bimester, using experiment, exercises, presentation of papers through previous research on the subjects, among other methodologies. Interdisciplinarity was thought of in order to show students a broader view of chemical concepts based on their interaction with other subjects present in the high school curriculum, which would arouse interest and encourage student participation. The choice of contents was based on a survey carried out first using four tools, which the students and the teacher indicated the understanding of greater understanding and approach. Even though it is a challenge for the teacher, the results indicated that there was an improvement in teaching practice and greater security in the approach to content using other subjects. In addition, the interest and participation of students is also accentuated during the application of interdisciplinary didactic sequences. Therefore, the teacher stated the desire to reapply them on other occasions.

Keywords: Sequence didactic. Interdisciplinarity. Chemistry.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
2.1	PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA E A INTERDISCIPLINARIDADE .....	16
2.2	A INTERDISCIPLINARIDADE NAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS .....	23
<b>3</b>	<b>DELINEAMENTO DO PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA</b> .....	<b>29</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	29
3.2	CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA .....	31
3.3	CARACTERIZAÇÃO DAS TURMAS .....	33
<b>3.3.1</b>	<b>Turmas Participantes Das Aplicações Das Sequências Didáticas Interdisciplinares No Ano De 2018</b> .....	<b>33</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Turmas Participantes Das Aplicações Das Sequências Didáticas Interdisciplinares No Ano De 2019</b> .....	<b>35</b>
3.4	PRIMEIRA ETAPA – LEVANTAMENTO DOS CONTEÚDOS QUÍMICOS CONSIDERADOS COMO DE DIFÍCIL COMPREENSÃO PELOS ESTUDANTES DA PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO E PELO DOCENTE .....	37
3.5	SEGUNDA ETAPA – ELABORAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INTERDISCIPLINARES .....	41
3.6	TERCEIRA ETAPA – APLICAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INTERDISCIPLINARES .....	42
3.7	ANÁLISE DOS DADOS .....	45
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>47</b>
4.1	LEVANTAMENTO DAS DIFICULDADES DOS ESTUDANTES A RESPEITO DOS CONCEITOS QUÍMICOS NO ANO DE 2017 .....	47
<b>4.1.1</b>	<b>“Caixinha De Dúvidas”</b> .....	<b>47</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Avaliações Bimestrais Aplicadas Em 2017</b> .....	<b>51</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Questionários Aplicados Em 2017</b> .....	<b>56</b>
<b>4.1.4</b>	<b>Entrevista Semiestruturada Com O Professor De Química No Ano De 2017</b> .....	<b>62</b>
4.2	SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR SOBRE GEOMETRIA MOLECULAR .....	65
4.3	SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR SOBRE MUDANÇA DE ESTADO DE AGREGAÇÃO .....	83
4.4	SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR SOBRE MODELOS ATÔMICOS .....	91
4.5	SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR SOBRE POTENCIAL HIDROGENIÔNICO - pH .....	109



<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>121</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>124</b>
	<b>APÊNDICE A – Questionário aplicado aos estudantes no 2° bimestre para levantamento das dificuldades .....</b>	<b>138</b>
	<b>APÊNDICE B – Questionário aplicado aos estudantes no 3° bimestre para levantamento das dificuldades .....</b>	<b>139</b>
	<b>APÊNDICE C - Questionário aplicado aos estudantes no 4° bimestre para levantamento das dificuldades .....</b>	<b>140</b>
	<b>APÊNDICE D – Entrevista semiestruturada com o professor sobre as dificuldades apresentadas por ele .....</b>	<b>141</b>
	<b>APÊNDICE E – Entrevista semiestruturada com o professor após cada bimestre .....</b>	<b>142</b>
	<b>APÊNDICE F – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos Alunos.....</b>	<b>143</b>
	<b>APÊNDICE G – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os Responsáveis dos Menores .....</b>	<b>146</b>
	<b>APÊNDICE H – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do Docente .....</b>	<b>149</b>
	<b>ANEXO A – Plano de aula sobre Geometria Molecular.....</b>	<b>152</b>
	<b>ANEXO B – Plano de aula sobre Geometria Molecular.....</b>	<b>153</b>
	<b>ANEXO C – Plano de aula sobre Polaridade das Moléculas .....</b>	<b>154</b>
	<b>ANEXO D – Plano de aula sobre Geometria Molecular.....</b>	<b>155</b>
	<b>ANEXO E – Plano de aula sobre Gráfico de Mudança de Estado de Agregação .....</b>	<b>156</b>
	<b>ANEXO F – Plano de aula sobre Gráfico de Mudança de Estado de Agregação .....</b>	<b>157</b>
	<b>ANEXO G – Plano de aula sobre Gráfico de Mudança de Estado de Agregação .....</b>	<b>158</b>
	<b>ANEXO H – Plano de aula sobre Modelo Atômico de Leucipo e Demócrito .....</b>	<b>159</b>
	<b>ANEXO I – Plano de aula sobre Modelo Atômico de Dalton .....</b>	<b>160</b>
	<b>ANEXO J – Plano de aula sobre Modelo Atômico de Thomson .....</b>	<b>161</b>
	<b>ANEXO K – Plano de aula sobre Modelo Atômico de Rutherford .....</b>	<b>163</b>
	<b>ANEXO L – Plano de aula sobre Modelo Atômico de Bohr.....</b>	<b>164</b>
	<b>ANEXO M – Plano de aula sobre pH.....</b>	<b>165</b>
	<b>ANEXO N – Plano de aula sobre pH.....</b>	<b>166</b>
	<b>ANEXO O – Plano de aula sobre pH.....</b>	<b>167</b>
	<b>ANEXO P – Plano de aula sobre pH .....</b>	<b>169</b>

## 1 APRESENTAÇÃO

A interdisciplinaridade vem sendo meu tema de estudo na Pós-Graduação. Durante o mestrado, investiguei a elaboração e aplicação de um projeto considerado interdisciplinar, de acordo com as concepções de três professoras de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental. Por meio dos dados obtidos, pude perceber que o conhecimento sobre o assunto era necessário para que ocorresse o planejamento e o desenvolvimento das aulas referentes ao projeto, mesmo que o conceito da palavra interdisciplinaridade ainda não seja único na literatura científica.

Assim, as docentes buscaram compreendê-la por meio de estudos, leituras e discussões, ações essas não vivenciadas por elas na Educação Básica e na licenciatura, quando eram estudantes nessas duas etapas de ensino, o que também dificultou na elaboração do projeto interdisciplinar.

Como o foco da pesquisa foi o desenvolvimento da prática docente com a abordagem interdisciplinar, tive pouco envolvimento com os estudantes do Ensino Fundamental. Em um dos momentos da coleta de dados, estive na sala de aula, acompanhando o desenvolvimento do projeto que as professoras elaboraram. Porém, na ocasião, fui apenas uma espectadora, sem qualquer participação e, por isso, não consegui, por exemplo, identificar se eles gostavam ou não de Ciências e se tinham dificuldades durante o processo de aprendizagem dos conceitos científicos, o que foi identificado por mim, como uma lacuna que precisava ser estudada.

Ao final da dissertação, foi gratificante perceber que as professoras demonstraram segurança para continuarem com projetos temáticos voltados à interdisciplinaridade. Assim, veio o desejo de realizar um trabalho que continuasse voltado a interdisciplinaridade na Educação Básica, pois julgo ser ela um meio para auxiliar nos processos de ensino e de aprendizagem em sala de aula, mas que também alcançasse mais diretamente os estudantes. Destaco que a interdisciplinaridade, nesta pesquisa de doutorado, é entendida como um caminho que integra diferentes disciplinas da matriz curricular, proporcionando uma visão mais ampla das situações vivenciadas no cotidiano. A partir dessa compreensão surgiu a questão desta pesquisa:

## **Quais as dificuldades e as potencialidades do planejamento e aplicação de sequências didáticas interdisciplinares vivenciadas por um professor de Química?**

Para respondê-la, foi preciso identificar os conteúdos abordados nas aulas de Química que os estudantes demonstravam e alegavam ter dificuldades durante a aprendizagem. Como os processos de ensino e de aprendizagem estão diretamente relacionados, foi também necessário ouvir o professor desses alunos, sobre o assunto que ele considerava ser mais difícil de explicar ou mesmo que ele julgava ser necessário ter uma abordagem mais abrangente para um melhor aprendizado dos estudantes.

Dessa forma, elencamos os seguintes objetivos:

a) objetivo geral:

- investigar como a elaboração de sequências didáticas interdisciplinares, por um professor de Química da primeira série do Ensino Médio, pode auxiliar e minimizar as dificuldades nos processos de ensino e de aprendizagem de conceitos químicos.

b) objetivos específicos:

- identificar os conteúdos químicos abordados na primeira série do Ensino Médio que as turmas, participantes da pesquisa, apresentam dificuldades para compreensão em cada bimestre do ano letivo;
- investigar os conteúdos químicos que o professor das turmas, participantes da pesquisa, considera como mais difíceis de serem planejados e abordados em sala de aula em cada bimestre do ano letivo;
- elaborar junto com o professor de Química da primeira série do Ensino Médio, sequências didáticas interdisciplinares, a partir do levantamento dos conteúdos químicos identificados como de difícil compreensão pelos estudantes e para abordagem pelo docente;
- identificar e analisar as contribuições das sequências didáticas interdisciplinares na compreensão e no ensino dos conteúdos de Química, por meio da concepção do professor.

Com isso, espero que os resultados deste estudo promovam discussões e reflexões, de modo a encorajar outros docentes a buscarem interações entre as diferentes áreas do conhecimento, utilizando a interdisciplinaridade

## 2 INTRODUÇÃO

A escola tem como objetivo, além do preparo intelectual, a qualificação moral de seus estudantes, o que a torna uma instituição com papel social importante. Depois do ambiente familiar, é nela que também acontece a inserção na sociedade, visto que recebe alunos de diferentes contextos (SILVA; FERREIRA, 2014) durante o processo de escolarização.

A Educação Básica, na qual se dá o processo de escolarização, tem como finalidade “o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (BRASIL, 2018, p.8). Ela se divide em três etapas: a Educação Infantil (pré-escola), responsável pelo “desenvolvimento integral da criança de até 5 (cinco) anos” (p.22); o Ensino Fundamental, para crianças a partir de 6 (seis) anos e com duração de 9 (nove) anos; e a do Ensino Médio, com duração de 3 (três) anos (BRASIL, 2018).

Nesse mesmo sentido de preparo para o exercício da cidadania, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), último documento implementado pelo Ministério da Educação, traz uma recontextualização do propósito do Ensino Médio (última etapa da Educação Básica), indicando ações que visem

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, 2018, p.464).

Para que essas finalidades sejam alcançadas, é preciso que o ensino oferecido ao educando seja de qualidade e proporcione a aprendizagem dos diferentes conteúdos escolares. Contudo, o processo de aprender se dá também pelo esforço de cada indivíduo, uma vez que, de acordo com Ferreira (2002, p.57), autor do “Mini Aurélio: o dicionário da língua portuguesa”, aprender significa “tomar conhecimento de; tornar-se capaz de (algo), graças a estudo, observação, experiência, etc.”.

Essa tomada de conhecimento está atrelada a atribuição de significados, que para os estudantes da Educação Básica pode ser a capacidade de estabelecer

relações entre os fenômenos percebidos no cotidiano, sob diferentes perspectivas - sociais, econômicas e políticas - com os conteúdos escolares.

Essas relações permitem o entendimento dos motivos pelos quais se estudam o que lhes é apresentado em sala de aula, apesar de nem sempre serem consideradas como foco principal na aprendizagem dos conhecimentos científicos. Rocha e Vasconcelos (2016), ao se referirem ao ensino de Química, colocam que

O ensino de química, igualmente ao que acontece em outras Ciências Exatas, ainda tem gerado entre os estudantes uma sensação de desconforto em função das dificuldades de aprendizagem existentes no processo de aprendizagem. Comumente, tal ensino segue ainda de maneira tradicional, de forma descontextualizada e não interdisciplinar, gerando nos alunos um grande desinteresse pela matéria, bem como dificuldades de aprender e de relacionar o conteúdo estudado ao cotidiano, mesmo a química estando presente na realidade (p.1).

Os motivos pelos quais não é feita a relação entre o conhecimento científico e os fenômenos cotidianos podem ser compreendidos por meio de trabalho de Krasilchik (2000), que ao fazer um estudo sobre como o ensino de Ciências foi sendo modificado diante do cenário mundial, ao longo das décadas, coloca que essa área de conhecimento começou a ser mais valorizada quando o governo a considerou importante para o desenvolvimento econômico, social e cultural.

A mesma autora afirma que durante a Guerra Fria, ocorrida na década de 1960, acreditava-se que o ensino de Ciências deveria estar voltado à formação de pesquisadores, de pessoas que pudessem se dedicar ao conhecimento científico. Assim, no Brasil houve um incentivo em prol dos estudantes considerados como mais aptos para seguir nessa carreira – a de pesquisador. Esse movimento foi importante para impulsionar o desenvolvimento tecnológico do país, que estava passando por um processo de industrialização.

Diante disso, a Lei 4.024, de 21 de dezembro de 1961 (LDB 4024/61) (BRASIL, 1961), que instituiu as Diretrizes e Bases da Educação, recomendou um aumento na carga horária das disciplinas de Física, Química e Biologia. Ainda segundo Krasilchik (2000)

[...] essas disciplinas passavam a ter a função de desenvolver o espírito crítico com o exercício do método científico. O cidadão seria

preparado para pensar lógica e criticamente e assim ser capaz de tomar decisões com base em informações e dados (p.86).

Ainda hoje existe a preocupação com o desenvolvimento do pensamento crítico dos discentes por meio dos conteúdos abordados nas escolas, como podemos identificar no trecho da BNCC citado anteriormente. A criticidade é importante, pois prepara os estudantes para exercerem o papel de cidadãos que sabem se posicionar diante de diferentes situações.

Porém, mesmo diante da relevância da criticidade, Krasilchik (2000) traz que o desenvolvimento do pensamento crítico é abandonado após o período da ditadura militar, em 1964, pois a formação de trabalhadores para impulsionar a economia do país se tornou o principal foco da educação científica e, novamente, houve uma mudança no papel da escola, que já não mais se preocuparia com formação para a cidadania.

Uma nova Lei, na época, a de Diretrizes e Bases da Educação, foi promulgada (LDB 5692/71) em 1971, e nela, as disciplinas científicas perderam novamente espaço, pois o ensino profissionalizante tornou-se mais importante. Segundo essa Lei, o ensino dos 1º e 2º graus (atualmente, Ensino Fundamental e Médio) seria composto por um núcleo comum para todo o país e por uma outra parte diversificada para atender as peculiaridades locais (BRASIL, 1971).

O núcleo comum, segundo a Resolução nº 8 do Conselho Federal de Educação de 1º de dezembro de 1971, era constituído por Comunicação e Expressão, Estudos Sociais e Organização Social e Política do Brasil, consideradas grandes linhas de matéria. Cada matéria era entendida como um recorte formado por diferentes disciplinas, como por exemplo, para Comunicação e Expressão, a disciplina era a Língua Portuguesa; para Estudos Sociais, a Geografia, a História e a Organização Social e Política do Brasil; e para as Ciências, a Matemática e as Ciências Físicas e Biológicas. Essas matérias deveriam ser trabalhadas e estudadas junto a outros assuntos que pudessem garantir a unidade do currículo, porém, trazendo a especificidade de cada realidade escolar (BRASIL, 1971).

Mesmo com as Diretrizes voltadas para o ensino profissionalizante, as escolas privadas se mantiveram preparando os estudantes para o ingresso ao Ensino Superior, ou seja, continuaram com a perspectiva de conduzir seus alunos a prosseguirem com os estudos, ao invés de prepara-los somente para a atuação no

mercado de trabalho. Com o passar do tempo, o sistema público também abandonou o ensino profissionalizante, assumindo a mesma postura das instituições particulares.

Entretanto, a preparação para o mercado de trabalho persiste como foco ainda em 1996, quando foi promulgada uma outra Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei 9.394/96), que traz no Parágrafo 2º, Artigo 1º que “a educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social” (BRASIL, 1996, p.1). Dessa forma, segundo Krasilchik (2000, p.87), “o ensino médio tem a função de consolidação dos conhecimentos e a preparação para o trabalho e a cidadania para continuar aprendendo”. Completa dizendo que, “embora a lei indique precariamente os valores e objetivos da educação nacional, espera-se que a escola forme o cidadão-trabalhador-estudante”.

A BNCC, implementada 22 anos depois, mantém a recomendação dessa relação entre a educação e o mercado de trabalho, como mostra o trecho a seguir:

[...] a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras (BRASIL, 2018, p.549).

Uma das competências da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio faz essa indicação:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e 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 global. (BRASIL, 2018, p.553).

Sobre a contextualização, a BNCC (2018, p.32) traz que “a organização por áreas [...] não exclui necessariamente as disciplinas, com suas especificidades e saberes próprios historicamente construídos, mas, sim, implica o fortalecimento das relações entre elas e a sua contextualização”.

Nesse mesmo documento, disciplinas como a Biologia, a Química e a Física estão inseridas na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, não sendo mais consideradas como componentes curriculares isolados. Uma das possíveis



causas para a proposição dessa e outras mudanças no ensino de Ciência pode ser, de acordo com Chaves (2007), o fato de que,

[...] os conteúdos escolares são apresentados de forma fechada, impenetráveis a questionamentos, passam a ter valor absoluto e não relativo ao que trazem de contribuição para ampliar, acrescentar às outras formas de compreensão do mundo (p.16).

Essa forma de tratamento dos conteúdos escolares vai no sentido oposto ao que buscamos apresentar nessa pesquisa. Nela, a interdisciplinaridade é colocada como um meio de integração das diferentes áreas do conhecimento, sem que uma se sobreponha à outra, possibilitando a comunicação entre as disciplinas e, até mesmo, entre os conceitos científicos e o meio social, econômico ou político. O importante é que o ensino e a aprendizagem não sejam direcionados para conceitos isolados, podendo, assim, dialogar e serem compreendidos de forma mais ampla.

Esse sentido dado à interdisciplinaridade, procura transpassar as especificidades, que para Thiesen (2008) é “um movimento contemporâneo que emerge na perspectiva da dialogicidade e da integração das ciências e do conhecimento, [...] buscando romper com o caráter de hiperespecialização e com a fragmentação dos saberes” (p.546).

De acordo com Garcia (2008, p.365), essa busca surgiu nos Estados Unidos, na década de 1930, sob a perspectiva de integração, “como uma ‘construção de pontes’ entre conteúdos de diferentes disciplinas do currículo”, especialmente no contexto da Educação Básica. Portanto, a interdisciplinaridade:

Tenta, pois, o diálogo com outras formas de conhecimento, deixando-se interpenetrar por elas. [...] aceita o conhecimento do senso comum como válido, pois é através do cotidiano que damos sentido às nossas vidas. Ampliando através do diálogo com o conhecimento científico, tende a uma dimensão utópica e libertadora, pois permite enriquecer nossa relação com o outro e com o mundo (FAZENDA, 1999, p.17).

Dessa forma, segundo Fernandes (2017):

[...] ao estar inserida nas atividades escolares, a interdisciplinaridade, além de despertar um interesse maior nos estudantes, visto que eles poderão voltar seus estudos às suas vivências, ela também auxilia no trabalho dos professores, dando-lhes suporte para uma

abordagem de conteúdos de forma diferenciada e contextualizada (p.25).

Nesta pesquisa, a interdisciplinaridade é entendida como a integração de conhecimentos de duas ou mais disciplinas, de modo a permitir a explicação de um tema de forma mais ampla, mais abrangente, e a aplica-los em questões políticas, sociais, ambientais, entre outras, que fazem parte do nosso cotidiano. Esse foi um conceito construído durante o Mestrado, que ora utilizo no doutorado. Foram muitos os referenciais teóricos que serviram de aporte para esse entendimento. Dentre eles estão: Japiassú, (1976), Fazenda (2008), Thiesen (2008), Ferreira e Lorenzetti (2016).

É importante destacar que na relação entre as diferentes disciplinas, estas são valorizadas e não descaracterizadas, em função da compreensão mais ampla de conceitos. Assim, a interdisciplinaridade pode se constituir como um dos elementos que auxilia na compreensão dos conceitos científicos de forma mais ampla, buscando superar os obstáculos que surgem durante os processos de ensino e de aprendizagem, especialmente da Química, foco dessa pesquisa.

## 2.1 PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA E A INTERDISCIPLINARIDADE

A Química é uma das disciplinas do currículo do Ensino Médio, mas é apresentada desde o Ensino Fundamental, na disciplina Ciências. Ela tem como objetivo o “estudo das propriedades dos materiais e das mudanças sofridas por estes” (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2007, p.1), portanto, o seu estudo pode envolver diferentes substâncias e fenômenos do cotidiano.

Ainda que ela esteja presente em nosso cotidiano, a dificuldade em associá-la a diferentes fenômenos é percebida em sala de aula, como mostra Rocha e Vasconcelos (2016, p.1): “Comumente, tal ensino segue ainda de maneira tradicional, de forma descontextualizada e não interdisciplinar, gerando nos alunos um grande desinteresse pela matéria, bem como dificuldades de aprender”. A contextualização tem a sua importância, à medida que traz elementos que são reconhecidos pelos estudantes e, a partir deles, o conhecimento é construído. Ao contrário,

Quando o conteúdo escolar a ser aprendido não consegue ligar-se a algo já conhecido, ocorre o que Ausubel chama de aprendizagem mecânica, ou seja, quando as novas informações são aprendidas sem interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Assim, a pessoa decora fórmulas, leis, mas esquece após a avaliação (PELIZZARI et al., 2002, p.38).

Essa percepção de Pelizzari et al. (2002) é identificada com frequência nas aulas de Química, o que pode potencializar as dificuldades dos estudantes durante o processo de aprendizagem, como mostra o trabalho de Carlos (2016). O autor, ao analisar os resultados referentes às 45 questões da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Enem, aplicadas entre os anos de 2011 e 2014 (totalizando 180 questões), constatou um percentual abaixo de 50% de acertos, afirmando que o maior índice de erros está relacionado a aplicação de conceitos em situações do cotidiano.

É importante destacar que o Enem tem uma proposta contextualizada, trazendo no enunciado de algumas questões, situações que podem ser familiares aos estudantes. Stadler e Hussein (2017), em um outro estudo, também analisaram questões do Enem, classificando-as em interdisciplinares ou contextualizadas, e concluíram que

Para a área Ciências Naturais (CN), em que estão inseridas as disciplinas de Química, Física e Biologia, a Matriz de Referência (BRASIL, 2009) elenca oito competências que englobam, no total, 30 habilidades, evidenciando a possibilidade de contextualização e interdisciplinaridade entre as disciplinas envolvidas, uma vez que 19 habilidades são consideradas não específicas para nenhuma delas. As outras habilidades estão divididas de acordo com a disciplina, constituindo-se a parte específica da prova (p.394).

Mesmo quando há contextualização, a Química é comumente relacionada “a algo não natural, prejudicial e danoso ao meio ambiente e à saúde, sem muitas outras relações com o dia a dia de cada um” (PEREIRA; REZENDE, 2016, p.370). Isso não contribui para a mudança da visão que se tem dela, ou seja, da “percepção que os estudantes e a sociedade têm do que seja Química” (QUADROS et al., 2011, p.160), como algo ruim, que traz malefícios a população. Ferreira (2007), inclusive, faz um destaque sobre isso no editorial da Revista Química Nova:

[...] a imagem da Química vem sendo desgastada, devido às associações com desastres ecológicos e também pelo excesso de uso da palavra química como um verbete popular. Essa palavra tornou-se sinônimo de algo nocivo (FERREIRA, 2007, p.255).

Dessa forma, a Química não é pensada como uma ciência que pode contribuir com e para a sociedade de forma benéfica. Portanto, salientamos a necessidade de o ensino dessa disciplina estar interligado com o que acontece no dia a dia e com outras áreas do conhecimento. Por isso, nesta pesquisa, buscamos compreender como a interdisciplinaridade pode auxiliar nos processos de ensino e de aprendizagem, sendo este o objetivo principal, foco desta pesquisa.

Para alguns autores, como Zanon e Maldaner (2007), por exemplo, a contextualização está relacionada a interdisciplinaridade, sendo uma consequência natural da outra, pois assim, possibilitam diferentes formas de lidar com as situações cotidianas, a partir dos conhecimentos construídos em sala de aula.

Esta também é uma recomendação da BNCC do Ensino Médio, que indica que a Química não é mais um componente curricular, mas sim, integrante da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Dessa forma, o conhecimento químico passa a ser construído junto aqueles antes tidos como específicos da Biologia e da Física, e juntos podem ser utilizados para a compreensão do contexto social, como mostra o trecho a seguir:

[...] 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).

E dentre as três unidades temáticas propostas pela Base, para a referida área, está a denominada Matéria e Energia, onde os conteúdos específicos da Química parecem mais evidentes. Nessa temática,

[...] diversificam-se as situações-problema, referidas nas competências específicas e nas habilidades, incluindo-se aquelas que permitem a aplicação de **modelos com maior nível de abstração e que buscam explicar, analisar e prever os efeitos**

**das interações e relações entre matéria e energia** (por exemplo, analisar matrizes energéticas ou realizar previsões sobre a condutibilidade elétrica e térmica de materiais, sobre o **comportamento dos elétrons frente à absorção de energia luminosa, sobre o comportamento dos gases frente a alterações de pressão ou temperatura, ou ainda sobre as consequências de emissões radioativas no ambiente e na saúde**) (BRASIL, 2018, p.549) (Grifos da pesquisadora).

Entretanto, durante o desenvolvimento desses pontos, citados e grifados na citação anterior, os professores podem enfrentar uma série de desafios. Talvez o maior deles esteja relacionado a minimizar as dificuldades de compreensão dos conceitos durante o processo de aprendizagem pelos estudantes em sala de aula. Tais entraves podem ser constatados pelas notas dos alunos nas avaliações externas: vestibulares, Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), dentre outras, que mostram que eles não estão desenvolvendo as habilidades esperadas, como já mencionado no trabalho de Carlos (2016).

Uma das possíveis origens dessa dificuldade é apontada por Santos et al. (2013), que mostram que, ao ensinarem Química, alguns professores dão um tratamento algébrico aos conteúdos químicos, além do que é necessário. Pereira e Rezende (2016, p.370) corroboram com essa ideia e asseguram que “apesar de vários aspectos da vida e do cotidiano dos indivíduos serem explicáveis no contexto da Química, ela frequentemente é vinculada apenas ao ambiente escolar, abordando teorias e cálculos matemáticos”, cujos conhecimentos prévios, para acompanhar a explicação dada, faltam aos estudantes.

Embora seja clara a relação existente entre Química e Matemática, os seus conteúdos ainda não são apresentados de forma correlacionada, mesmo com muitas teorias explicadas por meio de modelos químicos, terem sido deduzidas através de equações matemáticas. Por isso, buscamos um apoio no trabalho de Ferreira e Lorenzetti (2016, p.3), no qual consta que:

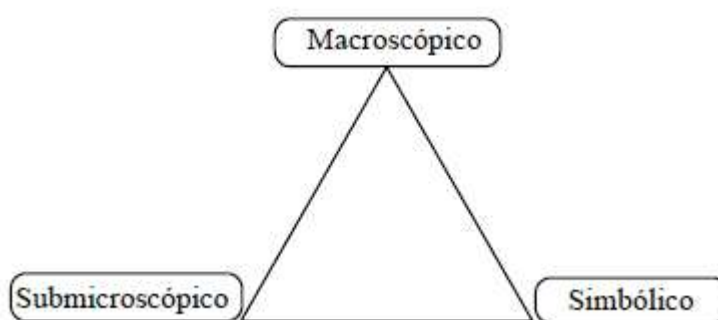
A interdisciplinaridade pode ser uma ferramenta prática eficaz para concretizar pedagogicamente este elo entre o saber e o fazer, ou em outras palavras, entre a teoria e a prática. A interdisciplinaridade, quando devidamente compreendida e aplicada, retrata uma postura didática que amplia o processo de ensino e de aprendizagem entre conteúdos presentes no currículo escolar.

Concordamos com os autores, anteriormente mencionados, pois, além disso, mais que uma postura didática, a interdisciplinaridade engrandece o ensino no sentido de ampliar a visão dos estudantes, uma vez que os permite relacionar o que vivenciam no cotidiano e em outras disciplinas do currículo, com o conteúdo abordado pelo professor.

Dessa forma, é possível identificar a dificuldade do estudante na Matemática e saná-la, visto que a compreensão de alguns conteúdos da Química depende de cálculos, como por exemplo, a determinação do pH de uma substância, a leitura de gráficos (como os gráficos de aquecimento e resfriamento de substâncias puras e misturas), a geometria (para identificação de Geometrias Moleculares), dentre outros exemplos.

Uma outra dificuldade a ser superada, tendo em vista que a BNCC espera que ocorra a aplicação de modelos com maior nível de abstração (BRASIL, 2018), é a compreensão dos conceitos químicos no nível submicroscópico. Ele é explorado nas aulas, uma vez que as reações e, mesmo a estrutura atômica, são explicadas e apresentadas, principalmente neste nível. Além dele, há outros dois citados por Johnstone (2000), que são: o macro e, então, tangível, ou seja, o que pode ser visto, tocado; e o simbólico, ou representacional, que são os símbolos, as fórmulas, equações, molaridade, as manipulações matemáticas e os gráficos (Figura 1).

Figura 1 - Os três componentes básicos da “nova Química” de Johnstone



Fonte: Adaptado de Johnstone, (1993; 2000).

De acordo com Melo (2015, p.14), “a transição entre os níveis macroscópico, submicro e representacional pode ser facilitada pelo uso de sistemas conceituais hierarquicamente organizados”, sem que um deles seja considerado superior perante os outros, mas sim, complementares (JOHNSTONE, 2000). Contudo, “transitar por esses três níveis tem sido assinalado por diversos autores como sendo

uma difícil tarefa requerida aos alunos” (LOCATELLI; ARROIO, 2017, p.4239). Isto se deve, segundo Melo (2015, p.14), ao fato de que “o professor não explicitar de forma clara os diferentes níveis”, o que pode gerar obstáculos na construção do conhecimento por parte dos estudantes, que podem ser amenizados com a utilização de metodologias diversificadas pelos professores.

Entretanto, o estudo de Santos et al. (2013) cita que as metodologias escolhidas, algumas vezes, não são as mais adequadas, pois vem sendo focada em memorizações de fórmulas e símbolos, impossibilitando a construção do conhecimento de forma significativa, como também aponta Bernardelli (2021):

[...] alguns professores ainda insistem em métodos nos quais os alunos precisam decorar fórmulas, nomes e tabelas não contribuindo em nada para as competências e habilidades desejáveis no ensino médio. Esses fatores desmotivam intensamente os alunos (p.20).

A utilização da memória é importante, mas quando associada à atenção, aprendizagem e raciocínio, pois se tratam de processos mentais. Assim, se o estudante for capaz de analisar as situações e os problemas propostos, entendendo seus limites e utilizando diferentes recursos cognitivos, ele pode estar mais próximo de atingir seus objetivos (PINTO, 1998) e mais motivado.

A motivação do estudante também pode ser estimulada quando o professor utiliza metodologias que não se limitam a exposição de conteúdos, mas que permitam que os estudantes tenham voz em sala de aula e tornem-se mais participativos. A interdisciplinaridade favorece a formação de um sujeito participativo, com maior interação nas atividades escolares e ainda leva o conhecimento adquirido em sala de aula para seu cotidiano, o que favorece uma melhor comunicação desse sujeito com a sociedade (LAGO; ARAÚJO; SILVA, 2015).

Além disso, é importante que as metodologias sejam diversificadas, de modo a favorecer o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas. Segundo Hartwig e Domingues (1985), existe uma larga opção de diferentes técnicas e maneiras interessantes que podem ser desenvolvidas em sala de aula, ou mesmo em laboratório, pelo discente. Isso pode fazer com que o espaço utilizado por ele, no momento das aulas, se torne um ambiente de maior descontração, estimulador e desafiador, auxiliando na melhoria do aprendizado.

Dessa forma, acrescentamos à utilização de metodologias, com planejamento prévio, a interdisciplinaridade como importante aliada, pois há uma

[...] relevância de utilizar no planejamento e no desenvolvimento do ensino, práticas pedagógicas que incorporem a interdisciplinaridade com enfoque em temáticas de Ciências, pois os ganhos podem ser percebidos de forma ampla tanto no desempenho dos alunos quanto para os professores na qualificação e diversificação de suas práticas em sala de aula (CARLESSO; NETO, 2018, p.146).

Ademais, segundo Lima e Leite (2014, p.4):

Qualquer que seja a concepção metodológica, os saberes desenvolvidos no Ensino de Química devem ser fundamentados em estratégias que estimulem a curiosidade e a criatividade dos estudantes, despertando sua sensibilidade para a inventividade, de modo a fazê-los compreender que esta ciência e seus conhecimentos permeiam a sua vida e estão presentes nos fenômenos mais simples do seu cotidiano.

Mas, apesar de se mostrar uma boa prática a ser utilizada pelo docente, a interdisciplinaridade ainda é algo um pouco distante das salas de aula. Hartmann e Zimmermann (2007) citam alguns dos motivos: mobilização de professores de diferentes áreas para o diálogo; desenvolvimento do processo de formação inicial de forma fragmentada; falta de flexibilização dos docentes para inserção de conteúdos, além daqueles planejados para o bimestre; desinteresse pela prática interdisciplinar; falta de tempo e de material didático e inexistência de um projeto pedagógico com esse caráter. Além desses, Sá, Cedran e Piai (2012) ainda colocam que

[...] a ruptura com concepções e práticas antigas de educação exige um grande envolvimento, criatividade, empenho, dedicação e, principalmente tempo, o que acaba se transformando em grandes motivos para a falta de mudança (p.614).

A falta de mudança pode também ser consequência da não compreensão do que seja a interdisciplinaridade e de como colocá-la em prática. Segundo o trabalho de Fernandes (2017), professoras de Ciências do Ensino Fundamental apontaram, entre os fatores que mais dificultaram na elaboração e no desenvolvimento de aulas com cunho interdisciplinar, a escassez de materiais didáticos interdisciplinares.



Assim, procurando vencer estes desafios e promover uma discussão a partir dos resultados obtidos, guiamos a nossa pesquisa para a investigação das contribuições de sequências didáticas interdisciplinares com metodologias diversificadas, envolvendo conceitos químicos, que serão descritas e analisadas nos próximos capítulos.

## 2.2 A INTERDISCIPLINARIDADE NAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

Uma sequência didática pode ser compreendida como “um conjunto dinâmico de ações associadas a recursos didáticos que o professor pode utilizar para propiciar aprendizagem aos estudantes” (SILVA; AMARAL, 2017, p.988), e para “organizar e orientar o processo de ensino” (LIMA, 2018, p.156). Ainda segundo Zabala “é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais” (1998, p.18). Essas atividades mencionadas se dão em aulas sequenciais planejadas de modo a apresentar ao estudante um conteúdo químico, no caso das aulas de Química, por meio de diferentes metodologias.

No caso de uma sequência didática interdisciplinar, a interdisciplinaridade deve estar presente em algum momento, seja em uma das atividades de cada aula, em somente uma aula ou em algumas delas. A sua inserção dependerá da abertura proporcionada não só pelo assunto que está sendo trabalhado pelo professor, como também de sua segurança para transpor os limites da sua área de conhecimento.

Os recursos didáticos e as metodologias a serem utilizados podem ser de diversas formas, de modo a estimular a motivação dos estudantes para as aulas, conforme já mencionado no subcapítulo 2.1. Nesse mesmo subcapítulo, abordamos as dificuldades relacionadas a aprendizagem de Química, que para Silva e Amaral (2017), podem ser sanadas quando o professor tem “o papel de mediador no processo de construção de sentidos e significados para os conceitos científicos” (p.988). Acreditamos ser essa mediação realizada por meio de perguntas e respostas lançadas durante a aula, uma vez que, através delas, o docente pode ter acesso ao modelo mental construído pelos discentes, por exemplo, podendo, inclusive, identificar o desenvolvimento do seu pensamento sobre determinado assunto.

Mas para que as sequências didáticas contemplem esses e outros objetivos (visão dos conhecimentos de forma mais ampla e identificação das dificuldades dos

estudantes), acreditamos que o planejamento seja essencial, indo ao encontro do trabalho de Silva e Amaral (2017). Nele está que um planejamento adequado é aquele em que o professor sabe o que vai ensinar, define os objetivos a serem alcançados, escolhe as estratégias e as formas de avaliação que considera mais adequadas.

Contemplando essas características, Gil et al. (2012) afirmam que, com o planejamento os professores promoverão um ensino e, conseqüentemente, uma aprendizagem mais efetiva, alcançando um maior número de estudantes quanto seja possível. Ainda em relação ao ensino, o docente tem a possibilidade de aprimorar seus saberes, diminuindo as dificuldades que encontra ao lecionar determinado conteúdo, visualizando diferentes maneiras de abordá-los, de forma mais reflexiva (LIMA, 2018).

Essa ação reflexiva deve estar presente nas aulas, especialmente nas de Química, sobre as quais esta pesquisa se volta. Ela é uma ciência que estimula a criticidade, a criatividade, a argumentação e a capacidade de enfrentamento de desafios. Por isso,

Uma das tarefas essenciais da escola, como centro de produção sistemática do conhecimento, é trabalhar criticamente a inteligibilidade das coisas e dos fatos e sua comunicabilidade. É imprescindível portanto que a escola instigue constantemente a curiosidade do educando em vez de “amaciá-la” ou “domesticá-la”. É preciso mostrar ao educando que o uso ingênuo da curiosidade altera a sua capacidade de achar e obstaculiza a exatidão do achado. É preciso por outro lado e, sobretudo, que o educando vá assumindo o papel de sujeito da produção de sua inteligência do mundo e não apenas de receptor da que lhe seja transferida pelo professor (FREIRE, 2002, p.46).

Pelo trecho citado anteriormente, percebemos que a criticidade está relacionada ao protagonismo, assim como a capacidade de argumentação. Saber argumentar sobre determinada situação, ou até mesmo sobre o assunto que está sendo apresentado nas aulas de Química, faz parte do processo de aprendizagem. Mas para que essa articulação entre criticidade, protagonismo e argumentação aconteça, acreditamos ser necessário que se tenha uma ampla visão do que está sendo discutido. Essa visão ampla pode ser proporcionada pela interdisciplinaridade.

Correia, Donner JR. e Infante-Malachias (2008) destacam também que a interdisciplinaridade, quando inserida nas práticas pedagógicas, pode impedir a

construção de uma ideia simplista das ciências naturais permitindo que os envolvidos (professores e estudantes) consigam fazer relações mais interessantes para contextualizar as aulas. Portanto, ela favorece a integração dos conteúdos, uma vez que coloca a associação entre diferentes assuntos e apresenta aos alunos, a complexidade do processo de gerar conhecimento, visto que não é algo que deve ser feito de forma fragmentada.

Dessa forma, a interdisciplinaridade nas sequências didáticas, pode ter um papel fundamental, uma vez que ela está relacionada a algo que o aluno aprende em uma determinada disciplina e utiliza também em outra (SOUZA; OLIVEIRA, 2016). Demo (1997, p.88) coloca ainda que a interdisciplinaridade é “a arte do aprofundamento com sentido de abrangência, para dar conta, ao mesmo tempo, da particularidade e da complexidade do real”. Assim, é importante que possamos entender determinado conceito em toda sua extensão, relacionando a vários outros assuntos nos quais ele pode estar envolvido, e não apenas como algo específico, fragmentado, sem qualquer tipo de relação com outras áreas do conhecimento e/ou com situações vivenciadas.

Abaixo estão alguns exemplos de sequências didáticas utilizadas no ensino de Química, pesquisados no Google Acadêmico<sup>1</sup> e selecionados pelos temas que chamaram mais atenção, nas quais a contextualização e/ou a interdisciplinaridade estavam presentes, foram desenvolvidas por:

- a) Firme, Amaral e Barbosa (2008), sobre pilhas e baterias, considerando a evolução histórica, a conscientização sobre o descarte e métodos de tratamento do lixo, além da compreensão dos rótulos das pilhas;
- b) Amorim et al. (2012), sobre calorias e saúde, abordando pontos como índice de massa corpórea, valor nutricional de frutas e energia. O trabalho mostrou que os estudantes ainda possuem dificuldades em entender que a energia abordada na Química e na Física é a mesma. Essa dificuldade seria, talvez, solucionada se as disciplinas estivessem mais integradas (AMORIM et al., 2012). O estudo traz também um mapa conceitual com diversos assuntos e temas que podem ser abordados por diferentes áreas, a partir do assunto principal proposto no artigo – calorias e saúde -, como por exemplo, a influência da prática de atividades físicas sobre a saúde e a obesidade, e a

---

<sup>1</sup> <https://scholar.google.com.br/?hl=pt>

geração de lixo através do consumo de produtos processados, que são vendidos em embalagens plásticas;

- c) Lima (2016), sobre funções orgânicas, utilizando o tema “plantas”. Com isso, foi feita uma relação com a Biologia, a partir da identificação desses seres vivos no ambiente escolar e nas residências dos estudantes, além da importância dos recursos naturais para a sobrevivência das mesmas. A elaboração e interpretação de tabelas e gráficos também foram exploradas;
- d) Maduro, Hess e Romano (2017), sobre bebidas alcoólicas, mostrando a reação química que ocorre no bafômetro, a função álcool, densidade, e alguns conceitos de Química Orgânica. A concentração de álcool nos alvéolos e no sangue, quando se ingere essas bebidas, assim como alguns dos efeitos do álcool no corpo humano, relacionando seu processo de metabolização também foram tratados;
- e) Rodrigues et al. (2018), com a química dos cosméticos. A sequência tinha como objetivo a assimilação de conceitos como ponto de ebulição, densidade, solubilidade e destilação, e a extração dos óleos essenciais.

Nos trabalhos citados, os objetivos se voltavam a viabilizar uma maior participação dos estudantes, fazendo com que eles não fossem meros espectadores, mas protagonistas no próprio aprendizado, através de discussões em grupos e com o professor que desenvolveu a sequência didática. Portanto, elas foram mecanismos utilizados para potencializar a integração entre os conteúdos químicos estudados e o cotidiano em uma visão mais crítica.

Com base nesses objetivos, os resultados obtidos por meio das sequências didáticas se mostraram satisfatórios, pois os estudantes se sentiram mais motivados, interessados e participativos durante as aulas, tanto em relação a responder perguntas do professor, quanto na interação com os colegas de turma. Portanto, esses e outros trabalhos, reportando sequências didáticas contextualizadas e/ou interdisciplinares sobre conteúdos químicos, buscam a melhoria no ensino e na aprendizagem dos estudantes.

Entretanto, essas experiências não são vivenciadas com frequência pelos professores. Acreditamos que não seja por falta de interesse ou por não reconhecerem o potencial das sequências didáticas interdisciplinares, mas sim, por não saber como fazer. A BNCC, por exemplo, coloca a importância da interdisciplinaridade nas aulas para condução de tomada de decisão por parte do

estudante, mas não explica ao professor como proceder para que ela aconteça. Consta apenas que se deve

[...] decidir sobre formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares e fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem” (BRASIL, 2018, p.16).

Por esse motivo, consideramos que os cursos de formação inicial de professores deveriam ter uma matriz curricular menos fragmentada, no sentido de mostrar as diferentes interações que pode haver entre os conteúdos a serem trabalhados dentro de sala de aula, bem como mostrar de que forma a interdisciplinaridade pode e deve ser trabalhada. Ainda são poucas as vivências interdisciplinaridades experienciadas pelos licenciandos, seja em relação ao planejamento e/ou desenvolvimento da prática docente

Nos cursos de licenciatura não é identificada uma relação estreita entre as disciplinas específicas e as de cunho pedagógico. Nem mesmo, durante o estágio supervisionado obrigatório, momento de preparação na prática, para o exercício da profissão (FERNANDES, 2017, p.76).

Apesar disso, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para a Formação de Professores da Educação Básica em nível superior (BRASIL) instituem que

Os cursos de formação inicial, respeitadas a diversidade nacional e a autonomia pedagógica das instituições, constituir-se-ão dos seguintes núcleos:

I - núcleo de estudos de formação geral, das áreas específicas e interdisciplinares, e do campo educacional, seus fundamentos e metodologias, e das diversas realidades educacionais, articulando:

a) princípios, concepções, conteúdos e critérios oriundos de diferentes áreas do conhecimento, incluindo os conhecimentos pedagógicos, específicos e interdisciplinares, os fundamentos da educação, para o desenvolvimento das pessoas, das organizações e da sociedade [...] (BRASIL, 2015, p.9-10).

O Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Química da UFJF Diurno Integral também defende a interdisciplinaridade na formação inicial dos professores,

[...] o curso de Licenciatura em Química deve criar condições para que o futuro professor, além de uma formação sólida nos conteúdos específicos, em paralelo à formação pedagógica, também desenvolva uma formação humanística, [...]. Não mais o ensino descontextualizado, compartimentalizado e baseado no acúmulo de informações. Ao contrário disso, deve-se dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização; evitando a compartimentalização, mediante a interdisciplinaridade; (UFJF, 2017, p.7)

Nesse sentido, Pierson e Neves (2001) trazem que

Repensar esta formação numa perspectiva interdisciplinar nos convida a promover o confronto do futuro professor com pontos de vista de especialidades diferentes da sua para possibilitar uma mudança na sua relação com os conhecimentos científicos, de modo a favorecer as trocas de conhecimentos com especialistas de outras áreas para a construção de uma percepção mais integrada das ciências e de uma disponibilidade para elaborar e implementar projetos interdisciplinares no seu campo de atuação (p.122).

Dessa forma, o professor possibilitará ao estudante,

[...] utilizar o conhecimento desenvolvido em nossas escolas como instrumento de análise e compreensão da realidade, visando construir opções, possibilidades e sobretudo posicionamentos que envolve obrigatoriamente a necessidade de integração de diferentes conhecimentos. (PIERSON et al, 2008, p.116).

Assim, diante do que abordamos nessa parte introdutória e procurando responder à questão da pesquisa: **Quais as dificuldades e as potencialidades do planejamento e aplicação de sequências didáticas interdisciplinares vivenciadas por um professor de Química?** delineamos o percurso metodológico que será descrito no próximo capítulo.

### 3 DELINEAMENTO DO PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Nesse capítulo será apresentado todo o percurso metodológico realizado para que a pesquisa pudesse ser concluída, iniciando pela sua caracterização e perpassando por todas as etapas – levantamento das dificuldades dos estudantes da primeira série do Ensino Médio; elaboração das sequências didáticas interdisciplinares; e aplicação de tais sequências.

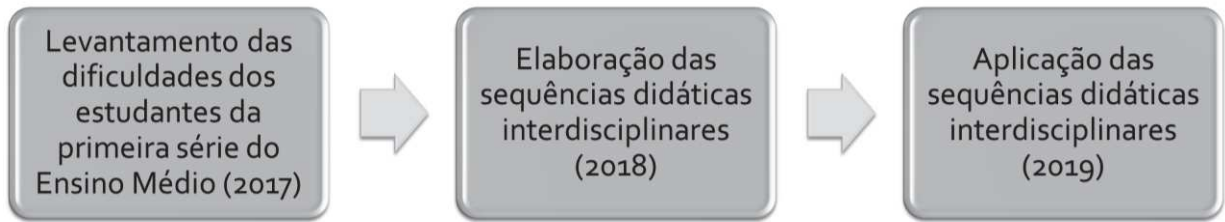
#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Este estudo tem uma abordagem qualitativa, uma vez que há “o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada” (LÜDKE; ANDRÉ, 2018, p.11), ou seja, a preocupação da pesquisadora se deu com o processo de elaboração de sequências didáticas interdisciplinares pelo professor de Química, de forma que elas o auxiliem no momento da aula e na aprendizagem da turma.

Podemos denominá-la também de Estudo de Caso, pois segundo André (2013, p.97), ele busca “focalizar um fenômeno particular, levando em conta seu contexto e suas múltiplas dimensões. Valoriza-se o aspecto unitário, mas ressalta-se a necessidade da análise situada e em profundidade”. O fenômeno particular são as sequências didáticas elaboradas e aplicadas por um professor de Química do Ensino Médio (aspecto unitário).

Para obtermos os dados e respondermos à questão de pesquisa proposta: **Quais as dificuldades e as potencialidades do planejamento e aplicação de sequências didáticas interdisciplinares vivenciadas por um professor de Química?**, o percurso metodológico foi dividido três etapas, como mostra o fluxograma da Figura 2. Cada uma delas será descrita com detalhes nos próximos subcapítulos.

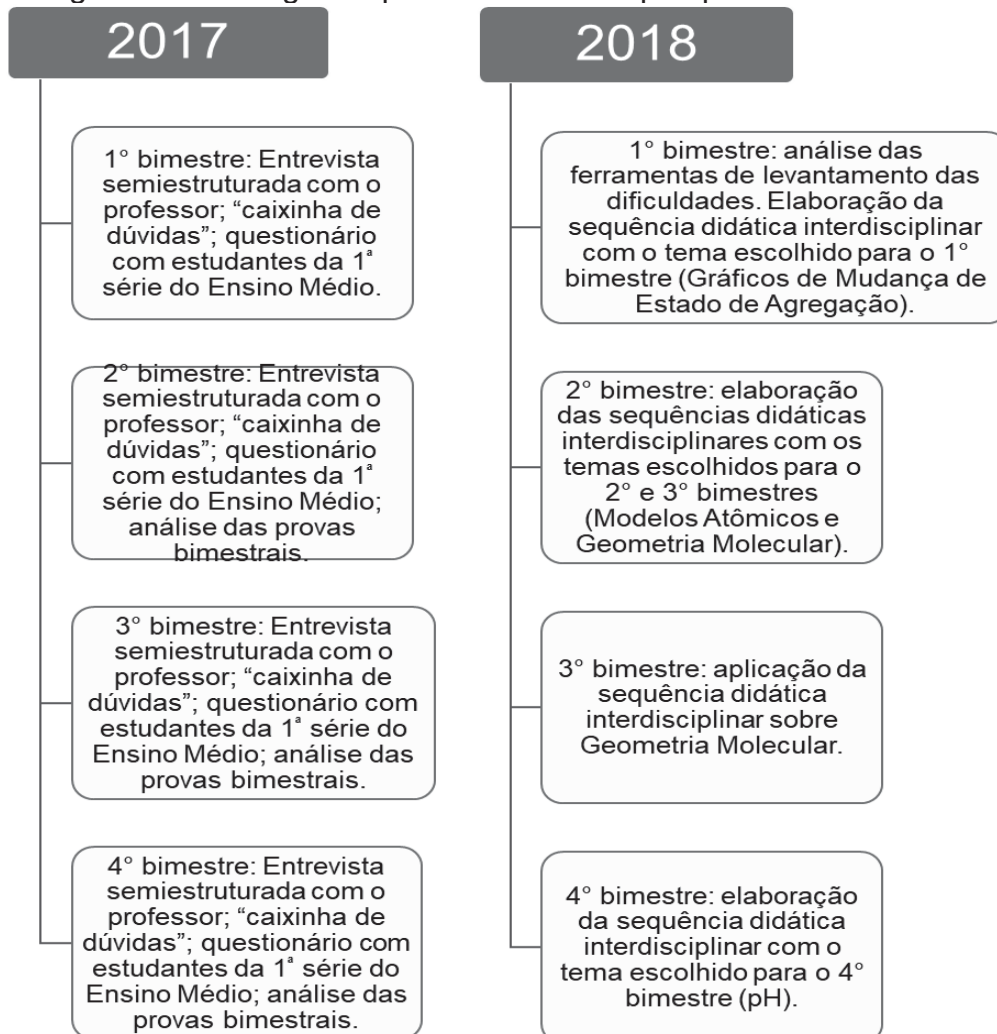
Figura 2 – Etapas da pesquisa



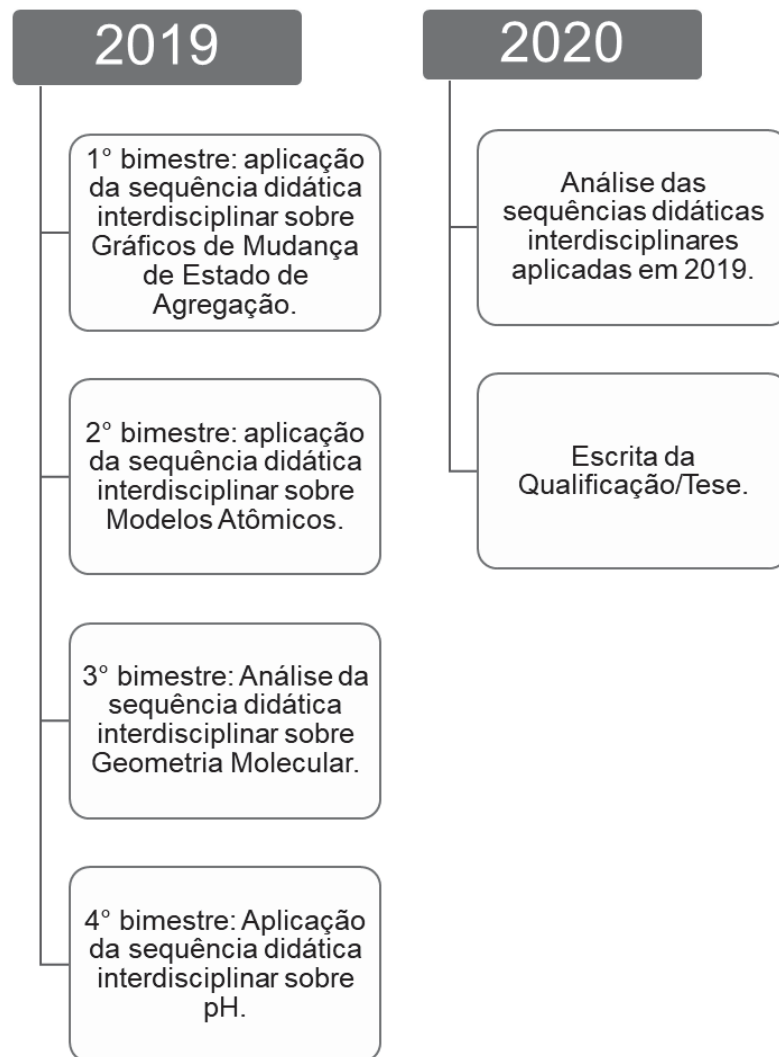
Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Para cada ano dedicado à pesquisa, foi feito um cronograma, mostrado na Figura 3. Na etapa do levantamento das dificuldades realizadas no ano de 2017 utilizamos de diferentes ferramentas; em 2018, que foi o ano direcionado à elaboração das sequências didáticas interdisciplinares pudemos também fazer uma aplicação; enquanto que em 2019, direcionado às aplicações, foi feita a primeira análise, concluindo todas elas em 2020, com a elaboração da escrita desse texto.

Figura 3 – Cronograma para cada ano da pesquisa desenvolvida.







Fonte: Elaborado pela autora (2021).

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA

A escola, local de desenvolvimento deste estudo, é uma das instituições pertencentes a rede estadual de educação de Minas Gerais, localizada no município de Rio Preto, Minas Gerais. Nela há o Ensino Médio, tanto regular, quanto na modalidade da Educação de Jovens e Adultos (EJA) e como está situada no centro da cidade, o acesso é facilitado para os alunos que são oriundos de diferentes bairros e da zona rural.

Ela funciona nos três turnos para atender a demanda de alunos matriculados, e cada um deles possui três turmas do Ensino Médio: uma da primeira série, uma da segunda e uma da terceira. Normalmente, o turno da manhã recebe estudantes

residentes na zona urbana de Rio Preto; à tarde estão os que residem na zona rural e que dependem do transporte disponibilizado pela prefeitura; e à noite é voltado para a EJA, ou seja, para estudantes que, por algum motivo, não terminaram seus estudos na idade e tempo esperados.

Segundo Bartholo e Costa (2014, p.685), “a questão principal com os turnos escolares é que eles podem representar duas ou três escolas bem diferentes coabitando no mesmo prédio”. Essa diferenciação foi identificada por meio da caracterização das turmas, feita pelo professor de Química (subcapítulo 3.3). Uma das características que diferencia os estudantes do turno da tarde, em relação aos do turno da manhã, é a frequência. Quando o ônibus apresenta qualquer tipo de problema, seja ele mecânico, falta de motorista, ou quando ocorrem fortes chuvas inviabilizando o percurso, por exemplo, há impedimento desses de chegarem à escola, o que faz com que o calendário escolar seja replanejado para reposição das aulas.

Segundo Costa, Guimarães e Rocha (2015, p.136),

O problema da infrequência mostra-se extremamente prejudicial ao processo ensino-aprendizagem, [...] no caso do ensino médio, interfere numa fase decisiva para o aluno, com relação ao seu futuro educacional, cidadão e profissional. A infrequência é considerada uma preocupação nacional nas discussões e pesquisas educacionais e afeta principalmente estudantes de classes sociais mais carentes.

Além disso, as atividades extraclasse, como desfiles e sábados letivos, são propostas de acordo com aquelas da rede municipal de ensino, devido a disponibilidade do transporte escolar, já que o ônibus não faz o transporte somente dos estudantes da instituição de âmbito estadual. Uma solução encontrada pelos gestores foi fazer um acordo para que a maioria dos eventos seja realizado em conjunto e nas mesmas datas, para que todos possam participar.

O transporte escolar para Krusser et al. (2017, p.3) é:

Um dos fatores relevantes para o equilíbrio de oportunidades aos que habitam distantes de instituições educacionais é o oferecimento de sistema de transporte que funcione como facilitador da ligação a fundamental qualificação e preparação para o futuro. Uma escola como oportunizadora e geradora de situações de como pensar esse mundo e seus desdobramentos.

Assim, pelo trecho destacado anteriormente, percebemos que o transporte escolar é um fator fundamental para o bom desenvolvimento dos processos de ensino e de aprendizagem não só na escola, local de obtenção de dados dessa pesquisa, mas também para outras instituições escolares.

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS TURMAS

A partir da breve apresentação da escola, este subcapítulo tem início com a descrição das turmas, nas quais foi feita a aplicação das sequências didáticas. Consideramos importante traçar o perfil dessas turmas para analisar e interpretar os dados obtidos, uma vez que algumas características apresentadas fizeram com que houvesse um replanejamento das aulas por parte do professor, de modo a aprimorar a sua proposta, que foi elaborada junto com a pesquisadora (vide subcapítulo 3.5 – Elaboração das sequências didáticas).

O delineamento do perfil foi feito de acordo com a visão do professor de Química, participante da pesquisa, durante as entrevistas semiestruturadas, nas quais a pergunta (Quadro 1, Pergunta 5) se voltava ao levantamento das dificuldades das turmas. Consideramos ser importante trazer a visão do professor, pois ele teve uma interação mais direta com os estudantes e, por isso, pode nos dar informações mais detalhadas, que não seriam identificadas em momentos pontuais de observação pela pesquisadora.

#### **3.3.1 Turmas Participantes Das Aplicações Das Sequências Didáticas Interdisciplinares No Ano De 2018**

O desenvolvimento das sequências didáticas interdisciplinares se deu em duas turmas (manhã e tarde) da primeira série do Ensino Médio no ano de 2018 e 2019. Elas foram apresentadas para turmas diferentes daquelas onde foi feito o levantamento das dificuldades, uma vez que para isso, os estudantes já teriam que ter estudado os conteúdos e indicar em quais deles tiveram dificuldades para compreender e aprender. Essa indicação foi a base para a elaboração das sequências didáticas interdisciplinares e algumas das dificuldades foram apontadas nos estudos de Souza, França e Chagas (2012), Santos et al. (2016) e Martins, Freitas e Vasconcelos (2020).

A primeira turma (Turma 1), na qual foi aplicada a sequência didática sobre Geometria Molecular contou com 21 alunos que se diferenciaram em relação ao comportamento, interesse e participação. Segundo o professor, *“tivemos bem definidos grupos de alunos bem interessados, curiosos e críticos. [...] E ao mesmo tempo, grupos de alunos que não se preocuparam muito em aprender e/ou participar da aula”* (Entrevista 7). E continuou: *“O grupo interessado buscou crescer com o aprendizado”* (Entrevista 7), apresentando uma melhora no comportamento, o que contribuiu para o desenvolvimento da sequência didática.

A participação pode ser um dos fatores relacionado ao desenvolvimento dos processos de ensino e de aprendizagem, e este último sofre influência dos níveis de motivação. Esses dois fatores – participação e motivação – podem ainda ser induzidos pelas propostas pedagógicas. Um exemplo de proposta que gera motivação nos processos de ensino e de aprendizagem são as estratégias didáticas (CARNEIRO; LIMA; WIRZBICKI, 2017), como as que foram elaboradas e aplicadas nessa pesquisa.

O grupo da Turma 1 que demonstrou mais desinteresse nas aulas e dessa forma, interagiram pouco com o professor, gerando um desafio maior para ele que, normalmente, planejou suas aulas inserindo perguntas, visando uma maior aproximação com os estudantes e uma abordagem inicial dos conteúdos de forma que despertasse o interesse da turma, em *“uma forma que alterna momentos de conversa em hora de aula, com momentos de ter que prestar atenção”* (Entrevista 7). Segundo Silva (2014, p.19), *“a metodologia utilizada deve envolver o aluno no processo, tornando-o participante, porque não há Educação se o aluno não participa, se o aluno permanece apenas como observador”*.

Porém, o docente salientou que os mesmos alunos que participaram mais das aulas, não o deixou avançar nos conteúdos, uma vez que suas falas e discussões, mesmo dentro da temática abordada, fizeram com que não fosse possível seguir com a proposta pensada pelo professor, como ele pensou prosseguir com o conteúdo. Isso foi um problema para ele, visto que houve a preocupação de não intimidar os estudantes incentivando a participação, mas, ao mesmo tempo, de continuar o cumprimento do planejamento previsto. Durante a passagem do primeiro para o segundo bimestre, o docente observou uma evolução da turma como um todo (aumento da participação e do interesse), talvez pelo entendimento da dinâmica utilizada pelo professor.

Já a outra turma (Turma 2), do período da tarde, teve 14 alunos e também participou da sequência didática sobre Geometria Molecular no mesmo ano. Ela apresentou mais dificuldades para a aprendizagem de conceitos químicos que a turma da manhã, porém se mostravam sempre dispostos para realizar as atividades propostas pelo professor, cobrando sempre mais exercícios. Entretanto, ele acrescentou: “*não tivemos problemas de conversa, mas o celular foi o que mais incomodou e tirou a atenção*” (Entrevista 7). A questão do celular acaba sendo um problema nas turmas do turno da tarde, oriundos da zona rural, visto que em casa eles não têm acesso a sinal de wi-fi e, portanto, não têm acesso à *internet*. Como a escola possui *internet* liberada, o momento das aulas acaba sendo uma oportunidade para a utilização do aparelho.

Os dois alunos mais participativos, mais interessados, fizeram questionamentos a todo momento da aula e levantaram curiosidades para perguntar ao professor nas aulas, e assim “*procuraram estar por dentro da matéria e até além dela*” (Entrevista 7), o que permitiu ao docente avançar na abordagem dos conteúdos, ao contrário da Turma 1. Essa característica da turma vai ao encontro da importância do Ensino Médio que, segundo a BNCC (BRASIL, 2018, p.464-465),

[...] além de possibilitar o prosseguimento dos estudos a todos aqueles que assim o desejarem, o Ensino Médio deve atender às necessidades de formação geral indispensáveis ao exercício da cidadania e construir “aprendizagens sintonizadas com as necessidades, as possibilidades e os interesses dos estudantes e, também, com os desafios da sociedade contemporânea”.

Essa sintonização nas aprendizagens foi pensada e planejada para as sequências didáticas interdisciplinares sobre outros temas, que foram aplicadas em 2019. Assim, no item 3.3.2 apresentaremos a caracterização das turmas participantes das outras sequências.

### **3.3.2 Turmas Participantes Das Aplicações Das Sequências Didáticas Interdisciplinares No Ano De 2019**

No ano de 2019, o professor de Química aplicou as demais sequências didáticas - Gráficos de Mudança de Estado de Agregação, Modelos Atômicos e pH –

também em duas turmas de primeira série do Ensino Médio, sendo uma no turno da manhã e a outra no turno da tarde.

A turma do turno da manhã (Turma 3) foi composta por 22 estudantes considerados frequentes pelo professor e com um bom comportamento, sem conversas excessivas. Mas apesar disso, foi uma turma com problemas de aprendizado, pois houve *“muitos alunos com muitas dificuldades e nível de conhecimento/aprendizado bem baixos”* (Entrevista 12). Talvez a promoção automática, ao longo dos anos, tenha dificultado a construção do conhecimento, como já discutido anteriormente, especialmente na disciplina de Ciências que aborda muitos conceitos que são a base para a compreensão da Química.

Mesmo diante das dificuldades para a aprendizagem, o docente destacou que havia três *“alunos bem à frente dos demais. Esses três alunos, acabou que elevaram a turma no quesito participação, interesse”* (Entrevista 12), visto que o restante da turma participou e interagiu pouco. Por isso, o professor buscou sempre utilizar metodologias diferenciadas, numa tentativa de motivar o maior número possível de estudantes. Atividades experimentais no laboratório, discussões sobre diferentes assuntos em sala de aula, questionamentos que incentivavam uma participação mais ativa dos alunos, apresentações de trabalhos de forma oral, elaboração de modelos, dentre outros recursos, sempre estiveram presentes nos planejamentos do docente.

Já a turma da tarde (Turma 4) também foi bem frequente, ainda que enfrentaram os problemas mencionados com o transporte escolar (subcapítulo 2.2). Ela foi participativa e mais interessada que a turma da manhã, mas também com dificuldades no aprendizado. Como já mencionado no perfil das outras turmas, alguns alunos também se destacaram pelo interesse por aprender, fazendo perguntas, levando questões para discussão e interagindo mais com o professor durante as aulas. Inclusive, ao citar essa característica da turma, o docente lembrou da aplicação de uma sequência didática, na qual *“a parte da história da Química e dos modelos atômicos chamou muito a atenção deles”* (Entrevista 12). Esse interesse pode ser sido ocasionado pelo fato de a sequência didática ter mostrado a interação entre diferentes disciplinas e entre conceitos específicos da Química. Essa discussão será aprofundada no subcapítulo 4.6.

### 3.4 PRIMEIRA ETAPA – LEVANTAMENTO DOS CONTEÚDOS QUÍMICOS CONSIDERADOS COMO DE DIFÍCIL COMPREENSÃO PELOS ESTUDANTES DA PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO E PELO DOCENTE

A primeira etapa da pesquisa consistiu em identificar os conteúdos químicos que os estudantes da primeira série do Ensino Médio apresentavam mais dificuldade para a compreensão. Esse levantamento foi feito tanto na turma do turno da manhã, quanto na turma do turno da tarde, no ano de 2017. Entretanto, o mesmo não foi realizado no turno da noite por se tratar da modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA), na qual se realiza um trabalho diferenciado e o “ano” letivo é bem mais curto (um semestre).

Na EJA, além de cumprir o planejamento anual em apenas um semestre, normalmente o professor escolhe os conteúdos com base no contexto em que estão inseridos os estudantes ou em questões que eles mesmos vão levantando durante as aulas, sendo preciso, portanto, adaptar o planejamento, especialmente em relação a organização dos assuntos no currículo.

Assim, para que não houvesse prejuízo no planejamento e na avaliação da aprendizagem dos alunos, ficou decidido não desenvolver a pesquisa nessa turma, uma vez que poderíamos ter a necessidade de abordar conteúdos não previstos, a fim de seguir a metodologia utilizada nas demais turmas.

Para o levantamento das dificuldades dos estudantes foram propostos quatro métodos em cada um dos quatro bimestres. O primeiro método foi a utilização do que chamamos de “caixinha de dúvidas”, que foi colocada em cada turma – uma no turno da manhã e outra no turno da tarde. O professor da turma ficou responsável por levá-la em todas as aulas de Química.

A “caixinha de dúvidas” consistiu em uma caixa de sapato, de papelão, encapada com folha branca, tendo sua abertura lacrada. Contudo, fizemos um orifício na parte superior para que os estudantes pudessem depositar seus papéis, nos quais escreveram suas dúvidas sobre os conteúdos apresentados pelo professor. Essa dúvida poderia ser escrita na forma de uma palavra, pergunta ou frase.

Esta foi uma forma de interagir com os alunos que, por timidez, vergonha ou falta de interesse no momento da aula, não se manifestavam e não faziam perguntas diretamente ao docente. Por essa razão, a caixinha também foi deixada

por mais tempo em sala, além daquele destinado às aulas de Química, como por exemplo, nos intervalos entre uma aula e outra e no recreio, para que os estudantes não se sentissem desconfortáveis ao depositar sua dúvida na frente do professor.

Ao final de cada bimestre, abrimos a “caixinha de dúvidas” para retirada e leitura dos papéis. Após essa ação, ela era novamente fechada para que o processo pudesse ser repetido. A intenção de abrir em cada bimestre e não apenas no fim do ano letivo foi para certificação de que a ferramenta estava sendo utilizada da forma correta pelos estudantes, além do levantamento das dúvidas, que consideramos como dificuldades no aprendizado do conceito.

O segundo método utilizado foram as entrevistas semiestruturadas com o professor participante desta pesquisa. Ele ministra a disciplina Química desde 2013 na escola em que a investigação foi realizada, iniciando nessa instituição sua carreira docente. O docente é licenciado em Química e Mestre em Química Orgânica e para preservar a sua identidade, ele será identificado apenas como professor.

As perguntas orientadoras das entrevistas semiestruturadas estão no Quadro 1. Elas tinham os seguintes objetivos:

- a) Identificar os conteúdos químicos abordados na primeira série do Ensino Médio que as turmas, participantes da pesquisa, apresentam dificuldades para compreensão em cada bimestre do ano letivo.
- b) Investigar os conteúdos químicos que o professor das turmas, participantes da pesquisa, considera como mais difíceis de serem planejados e abordados em sala de aula em cada bimestre do ano letivo.

Quadro 1 - Questões contidas nas entrevistas semiestruturadas bimestrais com o professor de Química

<b>Questão 1</b>	Quais conteúdos você abordou nesse bimestre?
<b>Questão 2</b>	Quais metodologias foram utilizadas?
<b>Questão 3</b>	Qual tópico/conceito os alunos apresentaram mais dificuldade durante o bimestre?
<b>Questão 4</b>	Como você percebeu essas dificuldades?
<b>Questão 5</b>	Caracterize as turmas.

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A questão voltada a caracterização das turmas (Questão 5 do Quadro 1) teve a intenção de conhecer um pouco mais sobre os estudantes para, posteriormente,



buscar fazer uma associação e identificar os possíveis motivos que geraram as dúvidas e dificuldades apresentadas por eles, no que se refere a aprendizagem dos conceitos químicos.

Foram necessárias quatro entrevistas semiestruturadas, uma a cada bimestre do ano letivo de 2017, para que ele descrevesse o que foi apresentado e discutido nas aulas, além da sua percepção sobre os conteúdos que os estudantes demonstraram mais dificuldades. Elas aconteceram nos intervalos entre as aulas de Química, dentro da escola, em uma sala de aula não utilizada pela escola para a prática docente.

As respostas foram gravadas em áudio e, posteriormente, transcritas. De acordo com Leite (2015, p.104), “recorre-se à entrevista sempre que se tem necessidade de dados que não podem ser encontrados em registros e fontes documentárias e que podem ser fornecidas por certas pessoas que falam por si mesmas”.

Além das entrevistas semiestruturadas com o professor e da “caixinha de dúvidas”, os discentes responderam um questionário em cada um dos quatro bimestres, que consistiu no terceiro método de obtenção e construção de dados. Com a exceção do 1º bimestre (Quadro 2), em que deixamos as questões de forma aberta, o questionário aplicado nos demais (APÊNDICES A, B e C) continha o nome de cada conteúdo trabalhado em sala de aula pelo docente, para que os estudantes selecionassem aqueles que apresentaram mais dificuldade. Havia também um campo para explicitar se a dificuldade era no conceito, no cálculo ou na aplicação.

Quadro 2 - Perguntas contidas no questionário do 1º bimestre aplicado aos estudantes

<b>Pergunta 1</b>	Você acha a Química importante? Por que?
<b>Pergunta 2</b>	Você identifica a Química no cotidiano? Se sim, como e onde?
<b>Pergunta 3</b>	Você gosta de Química? Por que?
<b>Pergunta 4</b>	Você tem o hábito ou gosta de estudar? Qual meio você utiliza?
<b>Pergunta 5</b>	Qual o conceito/conteúdo de Química você apresentou mais dificuldade no primeiro bimestre?

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Além de buscamos identificar os conteúdos químicos considerados como mais difíceis de serem compreendidos, também consideramos importante saber se

os estudantes conseguiram perceber a Química em situações diárias, pois consideramos que a falta dessa associação poderia ser um dos motivos para os obstáculos encontrados por eles durante a aprendizagem e, assim, este seria um ponto a ser pensado no momento da elaboração das sequências didáticas interdisciplinares.

A Pergunta 4 (Quadro 2) foi inserida para conhecermos os hábitos de estudo dos alunos, ou seja, saber se eles estudam em outro ambiente que não seja a escola, se utilizam diferentes meios para isso e se estão comprometidos e empenhados para terem um bom desempenho durante o processo de aprendizagem.

Em relação a aplicação do conteúdo, entendemos ser importante que o estudante saiba relacionar o conceito a situações do seu cotidiano, seja para compreensão de fenômenos e/ou busca por soluções para os problemas que surgem. Dessa forma, colocamos perguntas como as de número 1 e 2 (Quadro 2).

Por fim, como quarto método de levantamento das dificuldades dos estudantes, foram analisadas as provas do 2º, 3º e 4º bimestres aplicadas pelo professor. As provas do 1º bimestre não puderam ser analisadas, pois quando o projeto de pesquisa foi aprovado e deu início, o docente já havia aplicado e devolvido as mesmas aos discentes.

Os conceitos/conteúdos que os estudantes erraram a explicação, presentes nas questões, foram considerados como dificuldades na aprendizagem de Química. Eles foram associados aos conceitos-chave que o professor indicou na Pergunta 5 do questionário do 1º bimestre (Quadro 2), nas perguntas de número 1 dos outros três questionários (APÊNDICES A, B e C) e às escritas colocadas na “caixinha de dúvidas”. Consideramos que, se os estudantes não obtiveram sucesso em suas respostas nas avaliações, alguma dúvida ou obstáculo o impediram de responder corretamente, ou ainda uma dificuldade por parte do professor para ensinar tais conceitos/conteúdos.

Mas entendemos que as provas tradicionais, muitas vezes, não retratam tão fielmente a realidade. A entrevista com o professor veio como uma forma de ouvir quem está em contato direto com esses estudantes, aplicando diferentes metodologias de avaliação dentro de sala, como perguntas, discussões e diferentes atividades propostas durante as aulas e, assim, compreender os possíveis motivos dos erros nas provas, na concepção do professor.

Nessa etapa, os dados – respostas dos estudantes nos questionários, nos papéis inseridos na caixinha e nas provas disponibilizadas pelo professor após correção – foram contabilizados e colocados em uma tabela.

### 3.5 SEGUNDA ETAPA – ELABORAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INTERDISCIPLINARES

Com o levantamento das dificuldades dos estudantes terminado e, após a análise das mesmas, selecionamos os conteúdos de acordo com a maior quantidade/número de vezes em que apareceram nos instrumentos utilizados (questionário, “caixinha de dúvidas”, provas e entrevistas semiestruturadas). Isso foi feito em cada um dos quatro bimestres, o que deu início a segunda etapa do projeto.

Essa segunda etapa consistiu na elaboração de sequências didáticas que contemplassem a interdisciplinaridade por meio da abordagem dos conteúdos químicos selecionados, para posterior aplicação em sala de aula. A interdisciplinaridade, adotada nesta pesquisa, seguiu a definição apresentada na Introdução.

Nesta pesquisa, a elaboração das sequências didáticas foi feita em colaboração – pesquisadora e professor de Química. A pesquisadora colaborou, ajudando-o nas pesquisas na *internet* sobre conteúdos das diferentes disciplinas que poderiam estar relacionados a Química, e em livros didáticos, tanto da biblioteca da escola como aqueles de posse do professor, buscando o que poderia ser integrado ao tema escolhido.

Esses momentos colaborativos aconteceram na escola, por ser o local de trabalho do professor, o que facilitaria a realização dessa etapa da pesquisa. E também pelo fato da escola contar com boa estrutura para pesquisa (computadores, acesso à *internet* e livros). A biblioteca, por exemplo, é bem ampla, possui mesas e cadeiras para estudos e leituras e contém muitos livros didáticos de diferentes anos, livros de literatura e paradidáticos.

Tais encontros permitiram pensar também nas metodologias que poderiam ser utilizadas, ou seja, nas formas de trabalhar os conteúdos selecionados, considerando aquelas que o professor de Química já utilizava e a inclusão de conceitos específicos de outras áreas do conhecimento, que é o que acreditamos ser a interdisciplinaridade.

Com base nas discussões anteriores, foram planejadas a quantidade de aulas necessárias para o desenvolvimento de cada sequência didática. Para isso, o professor considerou o tempo que normalmente demanda para a explicação de cada um dos conteúdos selecionados. Assim, a escolha final da metodologia e do tempo (número de aulas) para a aplicação das sequências didáticas ficou a cargo do professor, que era o responsável pelo planejamento e já conhecia os estudantes das turmas.

Após discussão e definição de como seriam as sequências didáticas, o professor fez um planejamento para cada aula, por escrito, contendo introdução, objetivos, metodologia e recursos didáticos (ANEXOS de A a O). Para Santos e Perin (2013, p.2):

Compreendendo que o planejamento é um instrumento que subsidia a prática pedagógica do professor e que possibilita a ele uma organização metodológica do conteúdo a ser desenvolvido em sala de aula, entendemos que o planejamento é uma necessidade para o desenvolvimento dos alunos, viabilizando meios para o sucesso do processo de ensino e de aprendizagem.

O registro do planejamento permitiu ainda, que o professor percebesse que era necessário reprogramar o número de aulas previsto, visto que para inserir tópicos de outras disciplinas, ou seja, outras discussões, seria necessário um tempo maior.

### 3.6 TERCEIRA ETAPA – APLICAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INTERDISCIPLINARES

A aplicação das sequências didáticas aconteceu ao longo de 2019 em duas turmas do primeiro ano, sendo uma do turno da manhã, compreendendo os alunos da área urbana, e a outra do turno da tarde, com os estudantes da zona rural. O perfil delineado, mais detalhado, desses estudantes será apresentado no próximo capítulo (Capítulo 4).

A aplicação das sequências didáticas seguiu conforme o planejamento (descrito no subcapítulo 3.5), havendo apenas uma divergência no número de aulas em uma das turmas. Isso aconteceu devido a uma discussão promovida pelos estudantes, que exigiu mais tempo de explicação por parte do professor, que não

conseguiu cumprir todas as ações planejadas para essa aula, necessitando continuar na próxima.

A sequência sobre Geometria Molecular foi aplicada em 2018, visto que estava pronta no momento de ser abordada (3º bimestre letivo de 2018) antes da data prevista no projeto da pesquisa (2019) e achamos conveniente adiantar a aplicação para observar possíveis modificações necessárias nas próximas sequências didáticas, que não haviam sido pensadas anteriormente. A Figura 4 mostra o ano e o bimestre em que cada sequência didática interdisciplinar foi aplicada, bem como o tema que foi abordado em cada uma delas.

Figura 4 - Cronograma de aplicação das sequências didáticas interdisciplinares e seus respectivos temas.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Todas as sequências didáticas foram aplicadas pelo professor no início de cada bimestre e suas aplicações não puderam ser gravadas, pois os estudantes não aceitaram serem filmados ou terem suas vozes registradas em áudio, apesar de ter sido explicada a importância da pesquisa, no primeiro contato que a pesquisadora teve com os estudantes. Com isso, tivemos que inserir outros instrumentos para a obtenção dos dados, como o Diário de Bordo e a Roda de Conversa para obtermos os dados e atender os princípios éticos do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora, que aprovou a realização da pesquisa sob o Parecer 2.480.215.

Durante a aplicação da primeira sequência didática interdisciplinar, pedimos que os estudantes fizessem registros em um Diário de Bordo, que se constituiu como um instrumento para obtenção dos dados pela pesquisadora. Tanto o professor quanto a pesquisadora explicaram aos estudantes que nos Diários de Bordo deveria conter as impressões sobre os conteúdos abordados, se foram facilmente entendidos, se houve alguma dificuldade na aprendizagem, o que eles

achavam que poderia contribuir para melhorar a aula e o entendimento, percepções sobre as metodologias utilizadas e sobre a forma como o professor estava conduzindo as aulas. Também foi explicado que não havia necessidade de colocar nesse Diário, a descrição da aula, ou seja, o passo a passo seguido pelo professor.

A ideia de utilizar os Diários de Bordo partiu do trabalho de Pannunzio et al. (2005, p.2):

O Diário de Bordo, ainda, acompanha os diferentes caminhos que o aluno percorre para realizar suas diferentes aprendizagens, ou seja: mobiliza recursos, ativa esquemas e toma decisões. Sendo assim, é uma avaliação processual, inclusiva e acolhedora.

Porém, não foi apresentado um modelo de Diário de Bordo para que os estudantes seguissem e, portanto, a escrita poderia ser de forma livre, em uma folha de papel disponibilizada pelo docente.

Entretanto, os Diários de Bordo nas duas primeiras sequências didáticas interdisciplinares contribuíram muito pouco, pois os estudantes pouco se manifestaram com essa ferramenta. Assim, nas duas últimas sequências, a proposta passou a ser a Roda de Conversa em cada turma. Como os estudantes não autorizaram nenhum tipo de gravação, a pesquisadora foi fazendo anotações durante esse momento.

Depois de duas sequências didáticas interdisciplinares elaboradas e aplicadas, a partir do levantamento descrito anteriormente (subcapítulo 3.2), percebemos que a pesquisa traria maiores contribuições em relação aos resultados alcançados, se elaborássemos e aplicássemos sequências didáticas de conteúdos/conceitos considerados pelo professor como difíceis de serem ensinados. Essa dificuldade estava relacionada ao domínio do conteúdo, o que acaba por gerar insegurança ao trabalhá-lo em sala de aula, seja em relação às metodologias ou à forma de abordá-lo.

Dessa forma, além de ajudar o professor a superar suas dificuldades, continuamos com o desafio de auxiliá-lo a perceber a Química além dos conceitos que são próprios dela, ou seja, a partir da relação com outras áreas do conhecimento. Além disso, quando o professor tem dificuldades em planejar e ensinar determinado conteúdo, normalmente os estudantes também apresentam dificuldades na aprendizagem.

Para o levantamento das dificuldades do professor, realizamos uma entrevista semiestruturada (APÊNDICE D), na qual ele colocou os conteúdos que apresentava dificuldade em ensinar, em cada bimestre letivo. Assim como as outras entrevistas já mencionadas, essa também foi gravada em áudio e transcrita.

Após a aplicação de cada sequência didática interdisciplinar, uma entrevista semiestruturada foi feita com o professor (APÊNDICE E), a fim de analisar, através da sua própria fala, se houve melhoras em relação às dificuldades apresentadas por ele ao ensinar o conteúdo e para entender o posicionamento da turma frente a essas aulas de cunho interdisciplinar. As entrevistas, que foram gravadas em áudio e transcritas, aconteceram na escola.

### 3.7 ANÁLISE DOS DADOS

Toda a análise dos dados, obtidos por meio dos instrumentos descritos nos subcapítulos anteriores e citados na Figura 2, foi feita a partir da Análise de Conteúdo que, segundo Bardin (2016, p.44), é “um conjunto de técnicas de análise de comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”, tendo como interesse a “inferência de conhecimentos relativos às condições de produção” (p.44).

Contudo, antes da interpretação, seguimos as seguintes etapas: leitura flutuante das entrevistas e dos diários de bordo dos estudantes, que segundo Bardin (2016), consiste em “conhecer o texto deixando-se invadir por impressões e orientações” (p.126). Dessa forma, as perguntas e respostas nas entrevistas foram lidas e algumas impressões foram anotadas para ajudar na análise posterior. Com isso, a elaboração de indicadores foi realizada, fazendo recortes das falas para que unidades de registros fossem formadas e, conseqüentemente, a categorização. Os recortes foram feitos em falas que respondiam, de alguma forma, aos objetivos da pesquisa, ou que pudessem trazer alguma contribuição nesse sentido. Principalmente as falas que traziam relações com a interdisciplinaridade. Segundo a autora, “desde a pré-análise devem ser determinadas operações de recorte do texto em unidades comparáveis de categorização para análise temática e de modalidade de codificação para o registro dos dados” (BARDIN, 2016, p.130).

A preparação do material também foi feita, através da transcrição de todas as entrevistas, na íntegra, para facilitar a análise e a codificação, que, também segundo

Bardin é “uma transformação [...] dos dados brutos do texto, [...] que por recorte, agregação e enumeração, permite atingir uma representação do conteúdo ou da sua expressão”.

Na etapa de codificação, criamos categorias, que tiveram como base a transcrição das gravações e da roda de conversa, além e dos registros dos Diários de Bordo dos estudantes. Logo, elas foram elaboradas a *posteriori*. Segundo Carmo (2018, p.7) “As categorias a posteriori são sínteses obtidas após a interpretação dos resultados e refletem os pontos em comum entre os autores dos estudos do corpus, representadas por meio de pressupostos”. Elas foram ainda reunidas em temas definidos a partir dos objetivos desse estudo.

Em cada categoria, foram organizados trechos das transcrições e dos registros dos Diários de Bordo, considerados importantes por expressarem significados que puderam responder à questão dessa pesquisa. Esses recortes são denominados unidades de registros, que para Bardin (2016, p.134) “é a unidade de significação codificada e corresponde ao segmento de conteúdo considerado unidade de base”.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esse capítulo será direcionado a apresentação e discussão dos resultados obtidos nessa pesquisa, perpassando pela caracterização do local onde ela foi realizada, bem como do docente e das turmas participantes, além de todas as sequências didáticas interdisciplinares aplicadas.

### 4.1 LEVANTAMENTO DAS DIFICULDADES DOS ESTUDANTES A RESPEITO DOS CONCEITOS QUÍMICOS NO ANO DE 2017

O levantamento das dificuldades dos estudantes foi feito através de quatro ferramentas: “caixinha de dúvidas”, questionário aplicado aos estudantes, análise das avaliações escritas e entrevista com o professor, como já descrito no subcapítulo 3.4. Apresentaremos os resultados de cada uma delas.

#### 4.1.1 “Caixinha De Dúvidas”

Na primeira aula que o professor levou a “caixinha de dúvidas”, ele propôs aos estudantes que depositassem papéis com os nomes dos tópicos que eles apresentaram dificuldades para compreender os conceitos. Porém, a “caixinha de dúvidas” nos possibilitou o acesso não só aos conteúdos que os alunos apresentaram dúvidas durante as aulas, mas também a algumas sugestões de metodologias que poderiam ser utilizadas pelo docente.

Entendemos que eles também colocaram essas sugestões para o professor, como por exemplo, a realização de mais exercícios e de aulas práticas, como uma forma de expor o que, na opinião deles, ajudaria a superar os obstáculos no aprendizado dos conteúdos citados. Provavelmente, elas foram consideradas com base nas suas vivências em outros momentos das aulas de Química, em que o docente as utilizou e facilitou a compreensão dos assuntos abordados. Como já mencionado, faz parte da prática desse docente levar os estudantes ao laboratório com certa frequência, o que nos faz acreditar que, por isso, foi feita a sugestão de mais atividades práticas. É visto que “a utilização de métodos diversificados com atividades práticas bem planejadas facilita muito a compreensão da produção do conhecimento em química” (SALESSE, 2012, p.11).

Considerando essa sugestão – atividades práticas - deixada na caixinha, o professor planejou e realizou um experimento durante o desenvolvimento da sequência didática sobre Gráficos de Mudança de Estado de Agregação e sobre pH, cuja aplicação será descrita mais adiante.

A “caixinha de dúvidas” foi deixada pelo professor por mais tempo na sala, além daquele destinado às aulas de Química, com a intenção de fazer com que os alunos se sentissem menos inibidos ao depositar seus papezinhos. Contudo, apesar dessa ação, este objeto não se mostrou uma boa ferramenta para obtenção dos dados, pois não houve grande adesão por parte dos estudantes de forma geral. Além de terem colocado outras sugestões ao invés das dúvidas, acreditamos que os estudantes tiveram o receio de que suas escritas pudessem ser reconhecidas pelo docente, ou até mesmo houve o desinteresse em participar da pesquisa.

Na turma da manhã, poucos papéis foram depositados durante todo o ano, o que é justificado pela infrequência dos estudantes nas aulas e pelas questões apresentadas no parágrafo anterior. A turma da tarde teve uma participação maior, com mais papezinhos contabilizados, talvez, por apresentarem mais dificuldades de aprendizado e pelo fato de os alunos serem mais participativos. Além disso, os discentes da tarde foram considerados pelo docente como mais abertos a propostas diferentes e mais ativos, o que também pode ter contribuído para uma maior participação nesse primeiro instrumento de levantamento das dificuldades.

No 1º bimestre, percebemos que o assunto considerado de maior dificuldade foi a diferença entre elementos químicos e substâncias químicas – duas indicações (de um total de quatro indicações). Em relação a elaboração do pensamento sobre elemento químico, átomos, moléculas e substâncias, Sanjuan e Santos (2010, p.9) indicam que:

A natureza abstrata e não intuitiva dos conceitos envolvidos, a necessidade de interligar e relacionar os diferentes aspectos do conhecimento químico, a saber: macroscópico, microscópico e representacional, demanda um nível cognitivo que a maioria dos estudantes das primeiras séries do ensino médio ainda não desenvolveu.

Assim, segundo Kraisig et al. (2013, p.7):

Apesar de básicos e fundamentais no estudo da Química, os conceitos de átomo, elemento químico e molécula são complexos, o que exige grande atenção no desenvolvimento desses tópicos no nível médio e a utilização de metodologias que favoreçam a aprendizagem dos estudantes.

Como uma forma de diminuir as dificuldades relacionadas a tais conceitos, Sanjuan e Santos (2010, p.9) trazem que elas

[...] podem ser superadas se no processo de elaboração conceitual da ideia de átomo, de elemento químico e de molécula forem apresentados modelos mais concretos e exigindo dos estudantes, no início, apenas o nível operacional concreto e, através da interação com as outras dimensões cognitivas mediadas pela linguagem as ações experimentais e representacionais podem contribuir para que o estudante evolua para um nível cognitivo superior.

Assim, é importante identificar as dificuldades dos estudantes para que diferentes formas de abordar e trabalhar os conceitos possam ser planejadas. Algo que seja capaz de alcançar de forma mais efetiva aqueles que apresentam obstáculos na aprendizagem de algum conteúdo.

No 2º bimestre, percebemos uma maior colaboração dos estudantes na “caixinha de dúvidas” em relação aos demais bimestres. Um possível motivo é que os estudantes já têm uma boa ideia de como serão as aulas durante o ano em relação a aproveitamento. Além desse motivo, destacamos outros: o projeto teve início no fim do 1º bimestre, o que pode ter contribuído para a pouca quantidade de dúvidas depositadas nesse período, uma vez que houve pouco tempo disponível até o início do segundo bimestre; no 3º bimestre, essa participação diminuiu consideravelmente. Acreditamos que além da evasão daqueles já desmotivados pelo baixo aproveitamento no 1º semestre, esteja aliada a isso a falta de interesse na participação daqueles que se consideraram aprovados. Além disso, o cansaço demonstrado durante as aulas também pode ter contribuído para que os estudantes se envolvessem menos, diminuindo também a participação.

Ainda no 2º bimestre, o tópico de maior dificuldade foi Distribuição Eletrônica – cinco vezes - sendo duas na turma da manhã e três na turma da tarde (de um total de 23 indicações). A dificuldade para compreensão desse conteúdo também pode advir da necessidade do pensamento abstrato, como coloca Faria et al. (2017, p.7):

A distribuição eletrônica se refere ao modo em que os elétrons estão distribuídos nas camadas ou níveis de energia que ficam ao redor do núcleo do átomo fornecendo diversas informações referentes aos elementos químicos. Devido à dificuldade de entenderem o “abstrato”, os alunos demonstram bastante dificuldade de aprendizagem desse conteúdo.

Logo, percebemos que a dificuldade apontada pelos estudantes vai ao encontro dos estudos realizados por muitos autores. E para superar essa dificuldade, existem muitos artigos que defendem a utilização do lúdico para o ensino de Distribuição Eletrônica, fazendo com que o interesse pelo conteúdo seja maior e o aprendizado facilitado. Autores como Cruz (2012), Dias (2014), Nascimento et al. (2019) e Santos (2019) apresentaram propostas de jogos em seus trabalhos, a fim de auxiliar no entendimento. Além deles, Azevedo (2019) também no intuito de minimizar as dificuldades, propôs o uso de um aplicativo. Isso demonstra a preocupação de professores e pesquisadores para superar os obstáculos que surgem durante a aprendizagem, além da importância de tentarmos identificá-los ao longo do processo de ensino e aprendizagem.

Por fim, no 3º bimestre, como já citado anteriormente, tivemos uma baixa na participação dos estudantes nessa ferramenta de levantamento das dificuldades. Houve uma indicação de cada turma para o conteúdo Geometria Molecular. Existem dois possíveis motivos para a colocação desse tópico: primeiro, pela abstração necessária para a compreensão e segundo, pela dificuldade da visualização tridimensional por parte dos estudantes, como aponta Silva (2016, p.14):

Frequentemente os alunos apresentam dificuldades na previsão de geometrias moleculares. Isso normalmente ocorre pela abstração do conteúdo, que dificulta imaginar a distribuição espacial dos átomos nas moléculas usadas nas aulas.

Nesse sentido, para Sebata (2006, p.18):

A imagem é fundamental no ensino de geometria molecular pelo fato de possibilitar a visualização de modelos de moléculas, incluindo suas formas geométricas. Nesse caso, a imagem é utilizada com o objetivo de facilitar a compreensão desse conteúdo.

Contudo, segundo Silva (2016, p.14-15):

Os livros didáticos normalmente tratam a geometria como se fosse um dicionário de definições, acompanhadas de modelos prontos e raramente os alunos têm a oportunidade de explorar as relações geométricas e entender o porquê destas definições. Simplesmente ele decora as moléculas mais utilizadas e sua geometria, e posteriormente, isso será cobrado da mesma maneira, não permitindo que ele construa seu próprio conhecimento, unindo o que está sendo apresentado com o que há em sua estrutura cognitiva, para que a aprendizagem tenha significado.

Nenhum conteúdo do 4º bimestre foi citado, o que nos leva a induzir que eles perderam o interesse em participar desse levantamento das dificuldades, talvez na expectativa das férias escolares. Neste contexto, o tema Geometria Molecular foi selecionado para a elaboração e aplicação de uma das sequências didáticas, visto que foi citado no 3º bimestre e por ser um conteúdo que pode ser estendido até o último bimestre, quando pensado juntamente com polaridade das moléculas e ligações. Dessa forma também foi possível contemplar os referenciais teóricos que apontam os fatores que contribuem para as dificuldades na aprendizagem e as possíveis ações para superá-las.

#### **4.1.2 Avaliações Bimestrais Aplicadas Em 2017**

A utilização das avaliações escritas, que o docente caracterizou e denominou como provas, foi mais um meio utilizado para nos indicar as dificuldades apresentadas pelos estudantes. Elas foram a única forma de avaliação exigida pela escola, sendo as outras escolhidas pelo professor, podendo variar de bimestre para bimestre e de turma para turma.

Outro ponto importante considerado para a utilização dessas avaliações foi o fato de contrapor as dificuldades citadas na “caixinha de dúvidas” com aquelas escritas nas respostas das avaliações, ou seja, foi uma oportunidade de verificarmos se a dúvida permaneceu até o momento da avaliação. Essa ação foi apoiada no trabalho de Liberato (2015, p.7), o qual considera que é

Por meio deste procedimento [correção das avaliações] que o professor tem alguns parâmetros para julgar – entre outras possibilidades não tradicionais como seminários, debates e aulas práticas – se o aprendiz conseguiu entender o que foi ensinado.

Além disso, como não houve a participação dos estudantes na “caixinha de dúvidas” no 4º bimestre, não foi possível identificar suas dificuldades por meio desse instrumento, daí a necessidade de utilização das avaliações para o levantamento, levando em consideração as questões e, conseqüentemente o assunto tratado por ela e que os estudantes erraram.

O Quadro 3 mostra a frequência das dificuldades apresentadas e identificadas nas avaliações bimestrais dos 42 alunos que participaram dessa etapa metodológica da pesquisa. Vale lembrar que o projeto começou a ser executado quando o professor já havia corrigido e devolvido as provas do 1º bimestre e, por isso, temos no Quadro 4 apenas o levantamento daquelas aplicadas no 2º, 3º e 4º bimestres.

Quadro 3 - Conteúdos químicos apresentados de forma errônea nas avaliações escritas bimestrais e suas respectivas frequências

Bimestre	Conteúdo	Turma	
		Manhã	Tarde
2º bimestre	Diferença átomo e elemento	14	17
	Diferença molécula e substância	14	14
	Representação de reação	7	15
	Representação de moléculas	10	16
	Distribuição eletrônica	7	
	Família e período por elétron de valência	7	
	Raio atômico		18
	Simbologia: letras	6	6
	Simbologia: números	7	8
	Simbologia: carga	7	12
	Característica modelo Dalton	10	13
	Característica modelo Thomson	10	16
	Característica modelo Rutherford	10	17
Relação transição eletrônica e modelo de Bohr	9	16	
3º bimestre	Número de elétrons e números de prótons em átomos neutros	3	7
	Família por distribuição eletrônica	6	7

	Período por distribuição eletrônica	5	6
	Ganho ou perda de elétrons para atingir estabilidade (regra do octeto)	6	10
	Raio atômico e iônico (qual é maior)	10	14
	Representação de Lewis	4	17
	Geometria molecular	6	
<b>4° bimestre</b>	Relação de polaridade com solubilidade	6	8
	Identificação indicador ácido-base		
	Conceito de pH		7
	Identificar a acidez e basicidade de acordo com o pH		9
	Relação da concentração de H <sup>+</sup> com o pH	2	12
	Conceito de ácido de Arrhenius	10	19
	Reconhecer um ácido pela fórmula molecular	2	9

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Podemos perceber que no 2° bimestre houve maior número de erros nas avaliações. Novamente, podemos inferir que esse resultado está relacionado ao maior número de avaliações analisadas, tendo em vista que no 1° bimestre as avaliações não foram analisadas e no 3° bimestre, já era possível identificar a infrequência nas aulas, ou seja, a desistência por parte dos estudantes com baixo aproveitamento no 1° semestre.

Os maiores índices de erros dos estudantes nesse 2° bimestre foram:

- Diferença entre átomo e elemento – 31 erros.
- Diferença entre moléculas e substâncias – 28 erros.
- Características e evolução dos modelos atômicos: Dalton (23 erros), Thomson (26 erros), Rutherford (27 erros) e Bohr (25 erros).

A ocorrência aproximada de erros nesses três tópicos é coerente, uma vez que eles estão relacionados. Para o entendimento de moléculas e substâncias são necessárias a compreensão e diferenciação de átomo e elemento e,

consequentemente, das características atômicas. Esse assunto, que apresentou mais erros por parte dos estudantes nas provas, também foi o mais indicado por eles na “caixinha de dúvidas”.

No 3º bimestre, percebemos que os maiores números de erros dos estudantes nas avaliações foram em relação ao Raio Atômico e ao Raio Iônico – totalizando 24 – seguido da Representação de Lewis – com 21 estudantes que erraram a questão na prova, e, por isso, foi um conteúdo considerado com mais rigor, por aparecer em evidência em dois instrumentos de levantamento de dados da pesquisa, mostrando ter um grande potencial para ser um obstáculo no aprendizado.

Geometria Molecular, pensada previamente como um dos tópicos que pudesse gerar mais dificuldades na avaliação, uma vez que foi apontada na “caixinha de dúvidas” pelas duas turmas, acabou tendo um índice baixo de erros na prova, com apenas seis estudantes da turma do turno da manhã. Esse resultado nos chamou atenção, visto que, normalmente, para responder questões sobre Geometria Molecular, o estudante deve compreender Estrutura de Lewis. A turma da tarde, que não apresentou erros nessas questões, foi a que mais errou nas Representações de Lewis, o que vai de encontro a um trecho do capítulo intitulado “Geometria molecular e teorias de ligação” do livro *Química: a Ciência Central*. Nele há que

[...] a geometria molecular do  $\text{NH}_3$  é prevista primeiro ao se desenhar a estrutura de Lewis; usa-se a seguir o modelo RPENV [Repulsão do Par de Elétrons no Nível de Valência] para determinar o arranjo e, finalmente, focamos nos átomos propriamente ditos para descrever a geometria molecular” (BROWN et al., 2007, p.294).

Portanto, é a Estrutura de Lewis que vai auxiliar na indicação da Geometria Molecular. Porém, segundo Silva (2016, p.16),

[...] os livros didáticos exemplificam as principais geometrias moleculares, trazendo modelos prontos, que são apresentados e levados à memorização, para um bom resultado nas avaliações, sem nenhuma associação com o cotidiano, o que dificulta o interesse do aluno.

A autora ainda completa: “o que ocorre é que simplesmente memorizam-se as moléculas mais utilizadas e sua geometria, através de modelos prontos e posteriormente, isso será cobrado da mesma maneira” (SILVA, 2016, p.18), sendo um indicativo de que os estudantes poderiam ter decorado, apresentando, assim,



poucos erros na avaliação. Logo, a temática foi escolhida para compor uma das sequências didáticas interdisciplinares.

No 4º bimestre, as avaliações mostraram um menor número de erros, o que, novamente, pode ser justificado pelo menor número de estudantes presentes em sala, quando comparamos ao número daqueles que participaram no 2º bimestre e, portanto, menor número de estudantes realizando as avaliações. Aqueles que consideravam que não tinham chance de aprovação, nem mesmo de recuperação, não apareciam para realizá-la.

Identificamos que o maior índice de erros foi no conceito de ácido de Arrhenius – 29 estudantes apresentaram respostas incorretas – seguido pela dificuldade na relação entre concentração de  $H^+$  com o pH – 14 erros. Isso se deve, provavelmente, pelo Potencial Hidrogeniônico, que por si só é um tópico que demanda um pensamento abstrato. Além disso, os cálculos envolvidos também podem ser a causa desse resultado, principalmente, por se tratar de logaritmo, que quando aliado a necessidade de interpretação dos números obtidos, geram obstáculos na aprendizagem dos estudantes, que podem não entender a relação entre o número encontrado e o pH de uma solução. Este tópico apresentou a mesma frequência de erros que a relação entre Polaridade e Solubilidade.

Em relação ao conceito de ácido de Arrhenius, Pinheiro, Bellas e Santos (2016, p.8) trazem que, anteriormente,

[...] as substâncias, basicamente, eram classificadas em ácidos e bases a partir da sua estrutura. Depois dele todas as teorias passaram a considerar a classificação de ácido e base como algo relacional, o que faz com que uma substância possa ser ácida ou básica frente à outra. O problema é que muitos livros didáticos continuam a usar características intrínsecas para determinar o que é um ácido e o que é uma base.

Nesse sentido, Rezende e Pereira (2016, p.9), em uma pesquisa realizada, afirmam que:

[...] os alunos possuíam concepções alternativas com relação aos conceitos de ácido e base que se fundamentavam basicamente na teoria de ácido-base de Arrhenius ou na superficialidade memorística das fórmulas químicas que levam a erros conceituais, ou seja, em analisar se a substância é um ácido ou uma base mediante sua fórmula química.

Por isso, Paik (2015) defende que o conceito de ácido e base de Arrhenius seja discutido à medida que novas teorias forem apresentadas, para facilitar o entendimento. Consideramos ainda que a temática pode ser abordada com questões do cotidiano, o que pode ser interessante para os estudantes e facilitar o aprendizado, e, por isso, foi considerado no planejamento da sequência didática relacionada a esse conteúdo.

Como já colocado no subcapítulo anterior, não houveram indicações de conteúdos do 4º bimestre na “caixinha de dúvidas”, portanto, a avaliação foi o primeiro instrumento de levantamento de dificuldades no momento final do ano escolar.

#### 4.1.3 Questionários Aplicados Em 2017

Em relação aos questionários, aplicados aos 42 alunos no 1º bimestre de 2017, sendo 18 da turma da manhã e 24 da turma da tarde, colocamos a questão sobre as dificuldades de forma aberta com o intuito de que eles pudessem colocar o tópico e explicá-la (Quadro 2). Porém, percebemos que ao responder, muitos deles escreveram que não lembravam o nome do conteúdo. Por isso, a partir do 2º bimestre, fizemos a pergunta do questionário já com os tópicos abordados pelo professor (APÊNDICES A, B e C), para que os estudantes pudessem marcar os que consideraram difíceis e que apresentaram dúvidas, além de deixarmos um espaço para aqueles que sentissem necessidade pudessem especificar melhor os problemas que surgiram durante o bimestre.

O Quadro 4 mostra o levantamento feito através dessa ferramenta.

Quadro 4 - Conceitos químicos indicados como difíceis no questionário, pelos estudantes, e suas respectivas frequências

Bimestre	Conteúdo	Turma	
		Manhã	Tarde
	Gráfico de mudança de estado de agregação	4	17
	Mudança de estado de agregação		5
	P.F. e P.E.		9
	Propriedades específicas das substâncias	2	9

<b>1° bimestre</b>	Estado físico de uma substância em uma determinada T		8
	Conceito de átomo, elemento, molécula e substância.	3	11
	Substâncias puras: simples e composta	3	10
	Misturas	3	7
	Processos de separação de misturas	7	6
	Conceito de reações químicas		7
	Alguns tipos de reações químicas		4
	Lei de Lavoisier – Conservação da massa	3	10
<b>2° bimestre</b>	Definição de substância simples e composta	3	5
	Conservação de massa	5	8
	Modelo atômico de Dalton	3	3
	Modelo atômico de Thomson	5	4
	Modelo atômico de Rutherford	3	3
	Modelo atômico de Bohr	4	4
	Definição de átomo	2	5
	Definição de elemento	3	5
	Definição de molécula	2	5
	Reação química	4	5
	Balanceamento	7	10
	Conceito de íons	8	6
	Distribuição eletrônica	6	5
	Família e período	2	
	Raio atômico	6	5
	Energia de ionização	7	7
	Afinidade eletrônica	8	7
	Ligações iônicas e covalentes	7	5
	Eletronegatividade	10	8
	<b>3° bimestre</b>	Eletronegatividade	6

	Diferenciação ligação iônica e covalente	2	3
	Representação de Lewis	4	3
	Ligação iônica	2	4
	Ligação covalente	2	4
	Propriedades periódicas	5	6
	Geometria molecular	5	12
	Ângulos de ligações nas geometrias moleculares	8	10
	Número de elétrons e de prótons em átomos neutros	5	7
	Família por distribuição eletrônica	2	2
	Período por distribuição eletrônica	2	1
	Perda ou ganha de elétrons para atingir octeto	2	11
<b>4º bimestre</b>	Polaridade das moléculas	1	2
	Polaridade das ligações	1	4
	Solubilidade entre as substâncias	2	5
	Conceito de pH	3	1
	Identificação de um indicador ácido-base		1
	Indicar se é ácido ou base de acordo com o valor de pH	3	2
	Presença de íons $H^+$ e $OH^-$ nas espécies ácidas e básicas	3	2
	Relação da concentração de $H^+$ com pH	4	3
	Conceito de Arrhenius para ácido e base		2
	Reconhecer um ácido e uma base pela fórmula	2	5
	Reações ácido-base	2	3
	Nomenclatura de ácidos		
	Nomenclatura de bases		
	Nomenclatura de sais		6

	Reconhecer um óxido pela fórmula	3	7
	Nomenclatura de óxidos		

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

No 1º bimestre, 21 estudantes apontaram como tópico de maior dificuldade os Gráficos de Mudanças de Estado de Agregação, sendo a maioria do turno da tarde (Turma 2). Uma pesquisa desenvolvida por Brasil (2016, p.18) traz que, normalmente:

[...] os alunos apresentam dificuldades de compreensão no que se refere aos aspectos microscópicos das transformações físicas e na capacidade argumentativa deficiente relacionada ao conteúdo 'Estados Físicos da Matéria e suas Transformações'.

Contudo, esse conteúdo não foi citado na “caixinha de dúvidas”. Segundo o professor participante dessa pesquisa, além da dificuldade em entender a constância das temperaturas de fusão e de ebulição durante as mudanças de estados de agregação da matéria, elaborar e interpretar gráficos, em geral, foram obstáculos recorrentes para os estudantes (Entrevista 1). Por essa razão, esse foi um dos temas selecionados e, então, utilizado na elaboração e aplicação de uma sequência didática interdisciplinar, visando diminuir as dificuldades das duas turmas.

Com esse mesmo objetivo, Brasil (2016), na mesma pesquisa mencionada anteriormente, apresenta uma proposta de trabalho a partir da utilização de um simulador computacional do Projeto Molecular Workbench (CONCORD, 2014). Por meio dele é possível “explorar o comportamento microscópico de átomos em diferentes estados físicos da matéria e durante mudanças de fase” (p.66). Esse comportamento se mostra importante à medida que precisa ser entendido para construir o conhecimento sobre diferentes conteúdos abordados durante a primeira série do Ensino Médio.

No 2º bimestre, os estudantes apontaram como tópico mais difícil a ser compreendido, a Eletronegatividade – foram 18 estudantes. Outros pontos vieram em seguida, como Balanceamento de Reações Químicas – 17 alunos; Afinidade Eletrônica – 15 estudantes; e Energia de Ionização – 14 respostas. Percebemos que as indicações se concentraram nas Propriedades Periódicas. Segundo Zamboni (2013, p.4), os estudantes apresentam dificuldade na compreensão de que

[...] a Tabela Periódica está claramente organizada de acordo com uma sequência lógica e que esta sequência está relacionada com a distribuição eletrônica do elemento e, ainda, que as propriedades periódicas estejam relacionadas a estes dois conteúdos.

Para Berbaum e Maldaner (2016, p.3), essa dificuldade vem do fato de que

[...] o que se percebe no ensino de Química atual é que a questão da periodicidade dos elementos químicos fica esquecida no desenvolvimento dos conteúdos referentes à TP [Tabela Periódica]. A análise dos livros didáticos permitiu constatar que eles normalmente mencionam as propriedades periódicas de maneira simplificada e resumida, sem ser explicitada a questão relacional entre elas. Também foi observado que as propriedades são apresentadas como diagramas de tabelas periódicas, com setas que indicam o crescimento/decréscimo e o sentido (direita/esquerda), de cada propriedade periódica.

Na “caixinha de dúvidas”, esse conteúdo foi citado apenas uma vez e nas provas, o professor abordou apenas Raio Atômico. Os erros nas avaliações foram apresentados apenas pela turma da tarde, totalizando 18 alunos. Com isso, esse tópico não foi escolhido para elaboração de sequência didática interdisciplinar e sim, os Modelos Atômicos. Porém, esse resultado nos chamou a atenção, tendo em vista que os quatro Modelos Atômicos e a diferenciação entre toda a questão de conceituação na parte de elementos, moléculas e substâncias, no questionário, tiveram uma média de apenas sete marcações como dificuldades, e isso vai contra ao que foi observado nas avaliações, ou seja, em relação a quantidade de erros existentes nas questões que abordaram os Modelos Atômicos e os átomos, elementos, moléculas e substâncias. Além disso, esses últimos conceitos apareceram na “caixinha de dúvidas”, mas não foram colocados aqui no questionário.

Brown et al. (2007, p.41) traz uma relação entre modelo atômico e tabela periódica:

A teoria atômica de Dalton preparou o terreno para um vigoroso crescimento na experimentação [...]. O corpo das observações químicas cresceu e a lista dos elementos expandiu, foram feitas tentativas para encontrar padrões regulares no comportamento químico.

Um outro motivo para a escolha dos Modelos Atômicos foi que, como apresentado no subcapítulo anterior, os estudantes tiveram muitos erros nas questões da avaliação que abordaram essa temática, apesar de não terem citado esse conteúdo na “caixinha de dúvidas”.

No 3º bimestre, os estudantes apontaram a Geometria Molecular e os ângulos de ligações como os tópicos de maior dificuldade – 17 e 18 alunos, respectivamente. Eles indicaram esse conteúdo no questionário, mas a correção da avaliação bimestral não nos mostrou esse obstáculo, o que nos dá indícios de que os discentes podem ter problemas em identificar e interpretar as próprias dificuldades no aprendizado e/ou ainda que houve a memorização das Geometrias, como discutido anteriormente.

Por fim, no questionário referente ao 4º bimestre, os estudantes apresentaram mais dificuldade em reconhecer um óxido pela sua fórmula – 10 alunos. Em seguida, vieram a Solubilidade e a relação entre a concentração de íons  $H^+$  e o pH de uma solução, ambos com a mesma quantidade de marcação – sete estudantes em cada uma. Com cinco indicações, ficou a presença de íons  $H^+$  e  $OH^-$  nas espécies ácidas e básicas.

Portanto, percebemos que conceitos envolvendo íons e compostos ácidos e básicos, que têm relação com o Potencial Hidrogeniônico, foram citados em um número considerável de vezes nessa ferramenta de levantamento das dificuldades. Nas provas, os maiores números de erros eram referentes à teoria de Arrhenius e cálculo de pH, o que mostra que os resultados, nesse caso, apontaram na mesma direção. Sendo assim, esse tópico também foi abordado em uma das sequências didáticas interdisciplinares elaboradas.

Essa dificuldade, segundo Lessa et al. (2013, p.2), pode ser ocasionada porque:

Nas escolas os professores de química abordam a temática pH de maneira tradicional, ou seja, os conteúdos são expostos e apenas memorizados sem fazer ligação com sua aplicação na vida dos estudantes. Nota-se que somente é feita a exposição dos conceitos relacionados ao tema em questão, como: o significado para o termo pH, citando o teórico que descobriu a fórmula que ajudará a resolver o cálculo do pH particular de cada substância, e também é demonstrada a escala para pH, o que leva os educandos à simples memorização, fazendo-os pensar que ao decorar esta escala já terá sido construído o conhecimento necessário.

Esses mesmos autores trazem como solução a contextualização do tema, colocando que “é imprescindível que os educandos tenham conhecimentos de mundo para que ao menos consigam identificar e também diferenciar o caráter das substâncias presentes no seu dia a dia” (LESSA et al., 2013, p.5-6).

A quantidade de estudantes que responderam ao quarto questionário foi extremamente baixa, visto que no 4º bimestre já começa o período de chuva, época que muitos estudantes da zona rural não se apresentaram à escola por falta de acesso ao transporte público. Além disso, como já justificado na ausência de indicações na “caixinha de dúvidas” desse mesmo bimestre, os já aprovados não frequentaram assiduamente as aulas como no início do ano, e os que apresentaram notas baixas ao longo do ano, evadiram ou apareceram apenas para fazer as provas finais.

#### **4.1.4 Entrevista Semiestruturada Com O Professor De Química No Ano De 2017**

A última ferramenta utilizada para identificar as dificuldades dos estudantes foi a entrevista com o professor (as questões que a conduziram são apresentadas no Quadro 1). No 1º bimestre, o professor apontou como maiores dúvidas dos estudantes, as Mudanças de Estado de Agregação da Matéria, juntamente com os Gráficos que as representam, a diferença entre átomos, moléculas e substâncias e os Processos de Separação de Misturas. Apenas esse último tópico não apareceu com maior frequência nos outros dois instrumentos para obtenção dos dados – avaliação bimestral e questionário.

O docente considerou que muitas dúvidas dos estudantes nos assuntos citados estão relacionadas as associações dos nomes aos processos. Por exemplo: lembrar que a passagem do estado gasoso para o estado líquido se chama condensação ou que a técnica de separação dos componentes de uma solução homogênea constituída por materiais com grande diferença na temperatura de ebulição tenha o nome de destilação simples. Sendo assim, ele entendeu que as dificuldades estiveram mais relacionadas aos Gráficos das Mudanças de Estado de Agregação. Esse entendimento também se baseou nas discussões dos exercícios, nos quais os estudantes tiveram que identificar a temperatura no gráfico e relacioná-la ao estado da substância (Entrevista 1).



No 2º bimestre, o docente elencou os Modelos Atômicos e as Propriedades Periódicas como conteúdos que os estudantes apresentaram mais dificuldades (Entrevista 2). Percebemos que os dois tópicos foram apontados nas ferramentas anteriores, indo ao encontro com as dificuldades citadas pelos estudantes.

Além disso, ele também apontou o primeiro como um assunto difícil de ser abordado e trabalhado em sala de aula por haver a necessidade, por parte dos alunos, de compreender algo abstrato. Além disso, segundo ele, *“fazer explicações sobre os experimentos dos cientistas sempre gera muita confusão e dúvidas por parte dos estudantes, que acabam desistindo de entender melhor a matéria assumindo previamente a sua dificuldade”* (Entrevista 9).

Por isso, *“muitas vezes a abordagem desse conteúdo se limita a mera apresentação dos modelos e de seus atomistas, ou ainda, uma simplificação dos modelos às analogias, gerando grande confusão no aprendizado dos estudantes”* (CAMARGO; ASQUEL; OLIVEIRA, 2018, p.199). Nesse sentido, os autores citados consideram

[...] que seja fundamental uma discussão sobre as evidências que cada atomista teve para propor seu modelo, bem como da exploração das representações mentais dos estudantes, de modo que a compreensão dos alunos não se limite apenas ao uso das analogias, mas que seja mais ampla no sentido de compreender o modelo análogo a partir de um pensamento mais elaborado (CAMARGO; ASQUEL; OLIVEIRA, 2018, p.199).

Entre os conteúdos trabalhados no 3º bimestre, a Representação de Lewis e a Geometria Molecular foram apontados pelo professor como os conteúdos que os discentes apresentaram maior dificuldade durante as aulas. O docente entende que um conteúdo está atrelado ao outro, sendo o primeiro um pré-requisito para o entendimento do segundo e ambos estão associados a distribuição dos átomos em uma molécula (Entrevista 3). Na “caixinha de dúvidas” e no questionário, esses tópicos também foram os mais indicados, enquanto que na prova bimestral o maior número de erros estava relacionado com a Estrutura de Lewis (vide subcapítulo 4.1.2).

Ele considerou que muitos estudantes memorizaram as Geometrias e, por isso, em algumas atividades, eles conseguiram responder de forma correta. Mas quando é necessário fazer a Estrutura de Lewis para representar a molécula, eles

apresentaram dificuldade, como também já discutido antes. Por isso, ouvir o professor foi importante, pois ele foi capaz de perceber esse tipo de comportamento dos estudantes em relação às respostas dadas nas provas e atividades, se elas foram elaboradas a partir de associações com os diferentes tópicos da disciplina ou da memorização que, muitas vezes, é utilizada para “aprender” Química.

Por fim, no último bimestre, o docente elencou a Polaridade, tanto das ligações quanto das moléculas, o cálculo do pH e a relação deste com a acidez e basicidade, além da nomenclatura dos compostos inorgânicos, como conteúdos de maior dificuldade dos estudantes (Entrevista 4). A Polaridade não foi a mais citada em nenhuma das ferramentas de levantamento de dificuldades apresentadas anteriormente, mas o professor considera que, assim como na Geometria Molecular, existem meios de memorizar a Polaridade das moléculas. Porém, quando o estudante precisa entender essa polarização através de vetores, a dificuldade se torna evidente. Já o Potencial Hidrogeniônico teve muitas citações nos questionários e muitos erros nas provas bimestrais, como já citado.

Dessa forma, percebemos que no 1º bimestre, os conteúdos mais citados foram: Propriedades dos elementos e classificação das substâncias (caixinha), Gráficos de Mudanças de Estado de Agregação (questionário dos estudantes e entrevista com o professor – que também falou sobre os próprios processos de Mudança nos Estados de Agregação), conceituação de átomos, moléculas e substâncias (entrevista com o professor) e Processo de Separação de Mistura (entrevista com o professor). Assim, escolhemos os Gráficos de Mudanças de Estado de Agregação para compor a sequência didática interdisciplinar por aparecer em mais de uma ferramenta do levantamento das dificuldades.

Em relação ao 2º bimestre, obtivemos Distribuição Eletrônica de átomos e íons (caixinha), diferença entre átomos e elementos e moléculas e substâncias – que na verdade, foram abordados no 1º bimestre – (provas bimestrais), Modelos Atômicos (provas bimestrais e entrevista com o professor), Propriedades Periódicas (questionário dos estudantes e entrevista com o professor) e Balanceamento de Equações Químicas (questionário com os estudantes). Percebemos que houve o mesmo número de citações de dois conteúdos – Propriedades Periódicas e Modelos Atômicos. Assim, deixamos que o professor escolhesse. O mesmo optou pelos Modelos Atômicos por também considerá-lo um conteúdo difícil de ser abordado (Entrevista 9).

No 3º bimestre, Geometria Molecular e Polaridade foram citados na caixinha, no questionário com os estudantes e na entrevista com o professor. Estrutura de Lewis foi identificado como conteúdo difícil nas provas bimestrais e na entrevista com o professor. Como foi possível associar os dois assuntos mais citados, eles fizeram parte da mesma sequência didática, bem como polaridade das ligações e das moléculas, que também foi citada no 4º bimestre (entrevista com o professor).

No último bimestre, os conteúdos: ácido de Arrhenius (provas), relação entre a concentração de íons  $H^+$  e pH (provas, questionários com estudantes e entrevista com o professor), nomenclatura dos compostos inorgânicos (entrevista com o professor) e reconhecimento de óxidos pela fórmula (questionário com os alunos) foram os conteúdos mais citados. Polaridade das ligações e das moléculas também apareceu no levantamento, mas foi inserida junto aos conteúdos do bimestre anterior, compondo uma das sequências didáticas interdisciplinares. Dessa forma, por ter aparecido em mais ferramentas de levantamento, o pH foi escolhido para fazer parte da sequência didática interdisciplinar a ser aplicada no 4º bimestre.

#### 4.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR SOBRE GEOMETRIA MOLECULAR

Essa sequência foi elaborada levando em consideração duas perspectivas: a dos estudantes, que elencaram esse conteúdo como de difícil aprendizado e a do professor, que também o indicou pela sua dificuldade para ensinar e elaborar aulas sobre o tema, de modo a facilitar o aprendizado dos discentes. A seguir são apresentadas algumas categorias criadas a partir do Diário de Bordo dos estudantes e da entrevista semiestruturada feita com o professor após a aplicação dessa sequência didática interdisciplinar. Elas serão retomadas durante esse subcapítulo para discussão dos resultados.

Quadro 5 - Categoria criada a partir dos Diários de Bordo dos estudantes.

<p><b>Melhoria na aprendizagem:</b></p>	<p><i>Achei que me ajudou bastante os balões. [...] O quadro ajuda na explicação, mas ele mostrando como é nos balões foi bem produtivo, eu entendi melhor.</i></p>
---	---

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Quadro 6 - Categorias criadas a partir da entrevista semiestruturada com o professor.

<p><b>Maior interesse/motivação</b></p>	<p><i>Acredito que tenha ficado um pouco <b>menos cansativa</b> no conceito mais pesado da geometria que as vezes a gente não consegue mostrar com, só desenhando <b>no quadro, no plano</b> e eles começam as vezes a <b>ficar com dificuldade e começa a se desinteressar</b></i></p> <p><i>Eu acho que deu uma <b>aliviada na aula</b> e <b>eles tentaram</b> montar, eles que <b>fizeram</b>, tiravam balões uns dos outros, tentavam ir montando.</i></p> <p><i>[...] as vezes enxerga outras coisas que numa aula comum você não faria e os alunos as vezes se <b>demonstram mais interessados</b> porque eles, veem um tópico que eles sabem na matemática ou sabem na história e eles conseguem enxergar que ali também eles podem falar sobre isso, então acho que pra eles também foi <b>mais interessante</b>.</i></p>
<p><b>Melhoria de aprendizado</b></p>	<p><i>[...] é isso que <b>ajuda a aprendizagem</b>. Porque quando você fica muito engessado as vezes, ou com aquela mesma aula de sempre, você acaba nunca indo pra outro lado, então eles nunca vão ter outro acesso.</i></p> <p><i>Acho que vai <b>ajudar sempre</b>, eu acho que quem consegue aprender um pouco, ou quem conseguiu absorver, com essa metodologia, vai <b>aprender mais</b>, vai ter uma <b>resposta melhor</b>. Nós tivemos <b>respostas melhores</b>.</i></p>
<p><b>Prática docente</b></p>	<p><i>[...] foi positivo por me fazer <b>pensar a aula</b> de uma forma diferente.</i></p> <p><i>[...] a aula ficou mais segura.</i></p>
<p><b>Planejamento</b></p>	<p><i>Acredito assim que quando a gente pensa no <b>primeiro momento</b>, a gente as vezes tem um pouquinho de <b>dificuldade</b> [...]. Mas depois que você tenta <b>organizar</b> uma ideia, acho que fluiu tranquilo, acho que foi positivo, não foi tão difícil não.</i></p>
<p><b>Tempo</b></p>	<p><i>[...] a gente tem que pensar as vezes no <b>tempo</b> porque a gente teve um pouquinho de <b>dificuldade com o tempo</b>.</i></p>
<p><b>Falta de material didático</b></p>	<p><i>Eu acredito que alguns <b>livros</b> de hoje né, os mais novos, alguns eles até tentam, eu acho, colocar <b>alguma coisa</b>. Mas aí, a gente sempre cai naquele ponto assim, se é uma coisa mais <b>interdisciplinar</b> ou se seria <b>apenas uma contextualização</b>.</i></p>

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Essa sequência foi planejada para ser desenvolvida em cinco aulas e os planos estão nos ANEXOS A, B, C e D. A primeira das cinco aulas teve início com a apresentação, pelo professor, da etimologia da palavra *geometria*, por meio da qual foi possível explicar aos estudantes que a Língua Portuguesa estuda, dentre outros objetos de conhecimento, a origem dos vocábulos e seu significado a partir de morfemas.

Segundo Hagen, Miranda e Mota (2010), a consciência morfológica facilita a compreensão das unidades mínimas de uma palavra, ajudando no seu entendimento a partir da sua origem e de outras palavras que sejam derivadas delas. Por isso, os morfemas que constituem as palavras, quando mostrados e explicados, podem auxiliar na compreensão do sentido das palavras e até mesmo de um conceito. A partir dessa compreensão pode ser possível fazer relações com outros conteúdos e com o cotidiano.

Na Química, o uso de uma determinada palavra empregada para definir um conceito que não faça parte do vocabulário cotidiano do estudante pode levá-lo à crença de que o seu estudo parece ser difícil. Como exemplo, podemos citar a palavra *geometria*, tema dessa sequência didática interdisciplinar. Assim sendo, apresentar previamente o que tal palavra quer dizer, seu significado, pode ajudar a desmistificar a Química como uma ciência difícil de ser aprendida, dando ainda uma ideia do que será estudado nas aulas a partir da temática.

Por esse motivo, o professor considerou que trabalhar a etimologia da palavra *geometria* poderia ajudar a relacionar termos da Química com os de outras disciplinas, realizando, portanto, uma apresentação interdisciplinar. Em uma pesquisa realizada por Vale (2015, p.7), encontramos um apontamento sobre a necessidade de interação entre a Língua Portuguesa e a Química:

Ainda hoje é perceptível que a falta de habilidade com a língua materna atrapalha o desenvolvimento em qualquer área de estudo, inclusive a Química. [...]. Por conta dessa problemática, identificamos a necessidade de que haja um estudo conjunto entre a disciplina de Língua Portuguesa e a Química.

Portanto, concluímos que essa necessidade também foi percebida pelo professor. E sobre isso, três estudantes registraram em seu Diário de Bordo o interesse despertado pela relação feita entre a Língua Portuguesa e a Química. Isso provavelmente se deu por ter sido a primeira vez que tiveram esse tipo de

abordagem em aulas da área de Ciências da Natureza, pois a etimologia, assim como a interpretação, fica, normalmente, sob a responsabilidade da disciplina de Língua Portuguesa.

Uma vez apresentado o significado da palavra geometria, que quer dizer medida da terra (geo = terra; metria = medida) (EINSTEIN, 2005, p.666), o professor buscou interligá-lo com fatos históricos, apoiando-se na disciplina História, pois a geometria esteve presente nas técnicas agrícolas desenvolvidas no Brasil, especialmente, no cultivo da cana-de-açúcar. E ainda hoje, é necessário demarcar o espaço de cultivo que, conseqüentemente, assume formas geométricas, como círculos ou retângulos.

Três alunos da turma da tarde registraram em seus Diários de Bordo que essa associação foi facilitada após a compreensão da etimologia da palavra geometria, o que mostrou que eles conseguiram perceber as relações entre a palavra, os conhecimentos históricos relacionados a agricultura e as formas geométricas que surgem quando as terras para cultivo eram e são delimitadas.

Essa compreensão pode ter sido facilitada ainda pelo fato de serem eles, alunos residentes na zona rural que ajudam os pais nas atividades de pecuária e de plantio, estando atentos à essa necessidade de demarcação de espaços tanto para gado, quanto para alguma plantação.

Mas para planejar a aproximação entre a Química e História, o professor buscou identificar os conhecimentos dos estudantes a respeito da História do Brasil que, de acordo com o currículo da escola, é trabalhada a partir da segunda série do Ensino Médio. Diante disso, ele se preocupou com a abordagem que faria na aula, uma vez que, para alguns alunos, ele estaria explicando algo novo, ainda não estudado, e que é específico de outra disciplina e não de sua área de formação.

Apesar desse desafio, em uma das entrevistas (Entrevista 6), o docente citou a importância de relacionar conteúdos específicos de diferentes disciplinas para que os estudantes se sintam atraídos e interessados. Além disso, essa relação pode proporcionar a elaboração de perguntas e associações dos conceitos apresentados nas aulas com situações do cotidiano. Concordamos com a importância dada aos questionamentos durante as aulas por todos os estudantes, já que permitem ao docente verificar as dificuldades e acompanhar a aprendizagem, apesar dessa ação ser um desafio para os mais tímidos. Segundo Aguiar (2010, p.16),

[...] é absolutamente natural ao aluno tímido permanecer com dúvidas e buscar por maiores esclarecimentos sozinho ou com colegas após a aula, ou não levantar hipóteses sobre um assunto debatido ou ainda dizer que não “está afim” de participar no momento.

Por isso, o professor atribuiu à aplicação da sequência didática interdisciplinar essa contribuição para a aprendizagem dos estudantes. Porém, apesar das associações entre as disciplinas trazerem contribuições para os processos de ensino e de aprendizagem, o cumprimento do currículo é um empecilho para que elas aconteçam com mais frequência. Alguns autores identificaram esse fato como uma dificuldade para a realização de aulas interdisciplinares nas respostas de professores que estão em sala de aula na Educação Básica, como é o caso de Augusto e Caldeira (2007), Hartmann e Zimmermann (2007), Fernandes (2017) e Ávila et al. (2017).

Entretanto, quando a interdisciplinaridade acontece, Ávila et al. (2017) apontam que a cobrança pelo cumprimento do planejamento anual dificulta o aprofundamento das correlações entre as disciplinas. Assim, muitas vezes, as aulas denominadas como interdisciplinares são caracterizadas por pequenas inserções de conceitos específicos de duas ou mais disciplinas, sem que o estudante perceba que está ocorrendo um diálogo e a sua importância.

Ainda na primeira aula, dando continuidade, o docente pediu aos estudantes que citassem nomes das formas geométricas que são estudadas na Matemática. Posteriormente, o professor completou com outras no intuito de ajudar na compreensão da Geometria Molecular. Esse intuito do professor vai ao encontro da proposta presente na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018, p.271), que ao indicar o conteúdo Geometria, pertinente a Matemática, afirma que: “A Geometria envolve o estudo de um amplo conjunto de conceitos e procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do conhecimento”.

Mesmo que o conteúdo da Matemática não tenha sido algo inédito no aprendizado dos estudantes, o relembrar, no sentido de apresentar e explicar novamente o que eles já sabem e fazer relações, possibilitou mostrar à turma que as disciplinas (Matemática e Química) não estão isoladas. Nesse sentido, o docente citou, durante uma das entrevistas (Entrevista 6), que percebeu que os alunos ao exporem as diferenças entre os triângulos se sentiram mais motivados e começaram

a entender que o que seria estudado – Geometria Molecular - não era algo totalmente novo e desvinculado do que já viram. O próprio docente discorreu sobre a inserção de diferentes disciplinas durante a aula. Para ele,

*[...] é isso que ajuda a aprendizagem. Porque quando você fica muito engessado as vezes, ou com aquela mesma aula de sempre, você acaba nunca indo pra outro lado, então, eles nunca vão ter outro acesso e você trazendo essa abordagem interdisciplinar eu acho que abre um pouco o campo então eles vão ter outros tipos de perguntas. E a gente, às vezes, no momento da aula também, você lembra de outros exemplos e acaba agregando mais. Eu acho que isso que foi o mais importante dessa abordagem que a gente fez diferenciada (Entrevista 6).*

Em um estudo feito por Barboza (2016) é apontada a importância da abordagem dos conteúdos de Matemática nas aulas de Química, especialmente aqueles que são estudados na primeira série do Ensino Médio, como: “razão, proporção, regra de três, porcentagem, equação do 1º grau e geometria” (p.18). Além disso, a pesquisadora ainda coloca que

*[...] esses conceitos matemáticos já foram vistos pelos estudantes durante o Ensino Fundamental, mesmo assim as dificuldades aparecem quando são necessários sua correlação direta com os conteúdos de química (BARBOZA, 2016, p.18).*

Dessa forma, a Matemática, nessa sequência didática interdisciplinar, contribuiu para o entendimento e diferenciação de algumas formas geométricas que se dão por meio do número de lados e ângulos presentes em cada uma delas para, então, auxiliar os estudantes na identificação daquelas que são estruturadas a partir das ligações dos átomos, com ou sem a presença de pares não ligantes. Assim, o docente explicou os ângulos no quadro de giz e apresentou a etimologia da palavra *ângulo*, que para ele, poderia auxiliar no estudo das Geometrias Moleculares.

Introduzidos o conceito de ângulo e as formas geométricas – quadrado, triângulo e círculo - apresentadas em 2D no quadro de giz, o professor pôde mostrar outras em 3D que aparecem mais frequentemente nos livros didáticos ao apresentarem a Geometria Molecular, como a pirâmide, finalizando assim a primeira aula.

A segunda e terceira aulas aconteceram no mesmo dia. Na segunda aula, o professor iniciou o ensino da Geometria Molecular mostrando a finalidade de seu



estudo. Para prosseguir com a apresentação, ele precisou fazer uma revisão dos conteúdos já abordados em outros momentos durante o ano letivo, como Ligações Químicas e Estruturas de Lewis, para que os estudantes pudessem relembrar como as moléculas são formadas e com isso, compreender a Geometria Molecular.

Para facilitar essa compreensão, o docente desenvolveu uma atividade utilizando um modelo com balões de festa de duas cores diferentes, que também aparece em livros didáticos de Química como o dos autores Peruzzo e Canto (2006), utilizados na escola pelo professor. Essa atividade, segundo ele, poderia facilitar o entendimento sobre os pares ligantes e não ligantes, assim como seus posicionamentos na molécula (Geometria Molecular), ao amarrarem os balões, por exemplo. Ao estarem amarrados, qualquer organização diferente daquela que é a adequada, só é possível se alguma força externa a estiver influenciando. Portanto, a forma que eles assumem pode ser comparada à forma mais estável assumida pelas moléculas. Apesar de considerar ser uma proposta que facilitaria a aprendizagem, o docente entendeu ser preciso explicar as limitações do modelo utilizado.

Nessa sequência didática interdisciplinar, os balões de cor vermelha representaram os pares de elétrons ligantes, os de cor verde os pares de elétrons não ligantes e o nó dado entre os balões representa o átomo central. Segundo Silva (2016, p.29):

As analogias e modelos podem atuar como mediadoras no processo de ensino-aprendizagem, pois podem demonstrar, a partir de um material concreto, os fenômenos e conceitos que são cientificamente abstratos, trazendo-os para um campo material-concreto onde o aluno poderá compreender e interagir melhor com as considerações que lhes forem apresentadas, provendo ao aluno um modelo daquilo que não pode ser entendido com facilidade.

Outro motivo para a escolha dos balões foi o incentivo à participação dos alunos durante a aula. O professor sempre a busca e, neste momento, a atuação dos estudantes foi ainda mais ativa, visto que montaram em grupo, a representação de moléculas com dois, três e quatro pares de elétrons ligantes. Foram cinco grupos, um para cada molécula proposta: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), trifluoreto de boro ( $\text{BF}_3$ ), amônia ( $\text{NH}_3$ ), e metano ( $\text{CH}_4$ ).

O professor conduziu a atividade solicitando a dois grupos que montassem as moléculas de  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  apenas com os balões que representavam os pares de

elétrons ligantes. A Geometria Molecular de ambas parecia ser a mesma – linear (Figura 5) -, mas ao acrescentarem os balões correspondentes aos pares de elétrons não ligantes, surgiu uma diferença relacionada à Geometria Molecular.

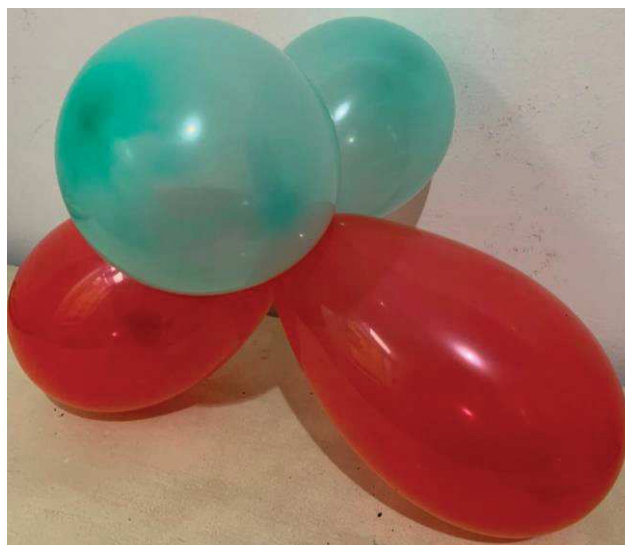
Figura 5 - Representação da Geometria Molecular da molécula de  $\text{CO}_2$  através de balões



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Com isso, o docente pôde chamar atenção para a diferença na Estrutura de Lewis de cada uma dessas moléculas, ressaltando a presença de pares de elétrons não ligantes no átomo central da molécula da água. A sua intenção, nesse momento, foi mostrar a influência dos pares de elétrons não ligantes sobre o átomo central em moléculas com o mesmo número de átomos. Assim, os balões de cor verde foram adicionados ao modelo já montado para que os estudantes tentassem dispô-los e amarrá-los de várias formas, tentando representá-los em posições diferentes até perceberem que existe apenas uma que é estável e que faz com que eles fiquem melhor acomodados (Figura 6).

Figura 6 - Representação da Geometria Molecular da molécula de H<sub>2</sub>O através de balões



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Ao analisar os Diários dos estudantes das duas turmas em relação a essas duas aulas, percebemos que nove deles, de um total de 20, registraram que houve a compreensão das Geometrias Moleculares. Esse auxílio dado com a utilização dos modelos se deu em função dos balões que, apesar de representarem as ligações químicas, possibilitaram a “visualização” da disposição dos átomos que estão no nível submicroscópico, como mostra o excerto de um Diário de Bordo: *“Achei que me ajudou bastante os balões. [...] O quadro ajuda na explicação, mas ele mostrando como é nos balões foi bem produtivo, eu entendi melhor”* (Aluno 1).

Esse foi um ponto de concordância entre os estudantes e o docente da turma que, inclusive, julgou importante a utilização de metodologias e estratégias que diminuam os obstáculos encontrados pelos alunos durante a aprendizagem. Para Cruz e Alfaya (2013, p.3), a

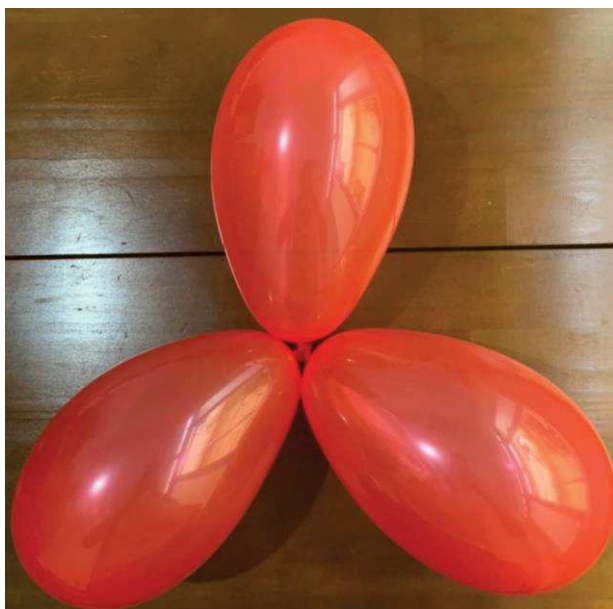
[...] maioria dos alunos apresentam muita dificuldade em imaginar as moléculas no espaço tridimensional, o que exige maior abstração por parte deles. Ainda assim, pouca ênfase é dada pela maioria dos professores no tratamento do assunto por meio de recursos didáticos diferentes, permanecendo na tradicional aula com a utilização de quadro negro e giz.

Por isso, para Setti, Gibin e Ferreira (2019, p.555),

[...] o uso dos modelos moleculares possui grande potencial na contribuição dos avanços na compreensão da geometria molecular dos estudantes e também sobre as representações em nível simbólico da Química.

Na terceira aula, o professor prosseguiu com as Geometrias Moleculares, partindo para o terceiro grupo, com a molécula de  $\text{BF}_3$ . Com os três balões vermelhos, os estudantes apresentaram as disposições que eles assumiram (Figura 7).

Figura 7 - Representação da Geometria Molecular da molécula de  $\text{BF}_3$  através de balões



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

O professor mostrou que a geometria assumida pelos balões se assemelhou a de um triângulo, sendo considerada então uma geometria trigonal plana, pois todos os balões eram representações de elétrons ligantes. Uma associação com a geometria angular também foi feita, visto que se uma molécula com três átomos apresentar um par de elétrons não ligante, os balões assumem a mesma representação de uma molécula trigonal plana. A diferença está no par de elétrons não ligantes.

Nesse sentido, para Sousa (2019, p.41), identificar

[...] a geometria de uma molécula não é tão trivial para um aluno do Ensino Básico, tendo em vista que para se obtê-la necessita de um

conhecimento sobre ligações químicas como também sobre a Teoria de Repulsão de Pares de Elétrons na Camada de Valência.

Por isso a importância da sequência didática interdisciplinar que, além de retomar conceitos importantes para o entendimento do tema principal, ainda trouxe a proposta dessa atividade com os balões, que possibilitou aos estudantes observar as geometrias das moléculas e a influência dos pares ligantes e não ligantes. Dessa forma, a identificação das Geometrias Moleculares que se formaram e as diferenças existentes entre elas ficaram mais visíveis.

Sobre a utilização dos balões, o professor julgou

*[...] que tenha ficado um pouco menos cansativa no conceito mais pesado da geometria que, às vezes, a gente não consegue mostrar com, só desenhando no quadro, no plano e eles começam, às vezes, a ficar com dificuldade e começa a se desinteressar (Entrevista 6).*

O grupo quatro, responsável por representar a molécula de amônia, além dos três balões vermelhos, recebeu também um balão verde para representar o par de elétrons não ligantes. Assim, eles puderam perceber como os balões mudaram suas disposições quando o verde foi inserido (Figura 8).

Figura 8 - Representação da Geometria Molecular da molécula de  $\text{NH}_3$  através de balões



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

O professor chamou a atenção para o posicionamento do balão verde, desenhando no quadro as duas Geometrias Moleculares representadas pelos balões - trigonal plana (sem o balão verde) e piramidal (com o balão verde). Assim, o docente relembrou as geometrias linear e angular já trabalhadas, destacando que a diferença entre elas se dá pelo mesmo motivo da diferença entre trigonal plana e piramidal: a presença de pares de elétrons não ligantes no átomo central. A representação dos átomos no espaço também foi apresentada no quadro para mostrar como a ligação deve ser simbolizada se o átomo estiver fora do plano ou dentro dele.

O último grupo representou a molécula de metano com os balões (Figura 9).

Figura 9 - Representação da Geometria Molecular da molécula de  $\text{CH}_4$  através de balões



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

O docente apresentou no quadro de giz a Geometria Molecular do tipo tetraédrica. Assim como na geometria piramidal, ele também chamou a atenção para a representação da forma espacial no plano 2D, pois, segundo o docente, alguns estudantes podem representar a molécula de metano, por exemplo, no formato de uma cruz, dando a entender que todas as ligações estão no mesmo plano. Por isso

a importância de chamar a atenção para a conformação dos balões, mostrando que as ligações são representadas em planos diferentes.

Com todas as geometrias planejadas e apresentadas, o professor conseguiu explicar e relembrar os ângulos de ligação em cada Geometria Molecular estudada. Nesse momento, foi possível também complementar a explicação com os ângulos da semicircunferência, da circunferência inteira e com os suplementares (que somam  $180^\circ$ ), para fazer associação com os ângulos das ligações químicas do  $\text{BF}_3$  (que nesse composto é de  $120^\circ$ ). Para além dessa geometria, o professor também utilizou outros tipos de ângulos, em diferentes formas geométricas, para trabalhar esse assunto.

Por meio das atividades desenvolvidas na segunda e na terceira aulas, inferimos que elas proporcionaram uma aproximação maior entre os estudantes e com o docente, ao trabalharem em grupos e tirarem dúvidas sobre as Geometrias Moleculares apresentadas pelos balões. Para o professor, “[...] alguns pontos ficaram mais leves e principalmente com a parte da prática, também da utilização dos balões” (Entrevista 6). E ainda completou dizendo: “Eu acho que deu uma aliviada na aula e eles tentaram montar, eles que fizeram, tiravam balões uns dos outros, tentavam ir montando com a gente direcionando, então, eu acho que isso facilitou um pouquinho” (Entrevista 6).

O trabalho de grupo proporciona ótimos benefícios para os participantes deste, na medida em que permite que os alunos que não estão tão à vontade se libertem e desinibam, socializando com os restantes elementos (PEREIRA; CARDOSO; ROCHA, 2015, p.227).

Na quarta aula, o docente iniciou o tópico Polaridade, visto que é um conteúdo relacionado com as Geometrias Moleculares. Para iniciar a discussão, ele utilizou o plano cartesiano para trabalhar vetores, estudados nas aulas de Física, quando são abordados os conceitos de força, peso e atrito. Para isso, o docente utilizou o quadro de giz para explicar a teoria, os eixos x e y, representando também a decomposição de vetores, por exemplo,  $F_x$  e  $F_y$ .

Essa explicação foi importante para o entendimento de que a força é aplicada entre os eixos e não sobre eles. Vale destacar que, para esse momento, o professor de Física foi procurado e ressaltou que ainda não havia trabalhado esse ponto com

os estudantes, ficando para o docente participante dessa pesquisa apresentar tal tópico para prosseguir com o conteúdo Polaridade.

Para associar a Polaridade à Geometria Molecular, o docente desenhou algumas moléculas sobre o plano cartesiano com o átomo central no centro dos eixos e indicou as direções das ligações químicas entre os átomos que compõem tal molécula. Com isso, ele conseguiu mostrar que, assim como na Física, os vetores formados pelas ligações interatômicas nas moléculas nem sempre estão na mesma direção, podendo ser anulados ou não, mostrando ser a molécula polar ou apolar (LISBOA et al., 2016). Dessa forma, os vetores na Química são importantes, uma vez que o vetor resultante indica o momento dipolar das moléculas.

Após essa apresentação, o professor colocou exemplos no quadro para que os estudantes representassem as Geometrias das moléculas trabalhadas por eles com os balões, no plano cartesiano, e identificassem a polaridade de cada uma delas. Esta foi uma forma de colocar em prática o conteúdo que acabava de ser apresentado e de ajudar no aprendizado da decomposição de vetores.

Devido à preocupação com o cumprimento do currículo quando se trata da inserção da interdisciplinaridade nas aulas, na entrevista feita após a aplicação, ao ser questionado sobre o planejamento da sequência didática interdisciplinar (Entrevista 6), o professor relatou que se atentou ao número de aulas que seriam utilizadas para que não ultrapassasse o esperado e, assim, não comprometesse outros conteúdos planejados para serem apresentados durante o ano. Essa preocupação também foi reconhecida na pesquisa de Fernandes (2017), pois para uma das professoras participantes do estudo, a aula com cunho interdisciplinar “exige muito mais, um tempo maior assim para aplicação das aulas, um tempo maior de preparo das aulas, de material” (p.66).

Além do tempo para a realização de aulas interdisciplinares, outro tópico também citado pelas professoras no trabalho de Fernandes (2017) foi a falta de tempo para o planejamento ou mesmo para estudos referentes à interdisciplinaridade, que está associada a realidade de muitos docentes que trabalham em mais de uma escola para manter uma renda que proporcione uma vida digna. Dessa forma, além do tempo dispendido no deslocamento entre escolas, eles têm uma carga horária elevada de aulas durante a semana, além daquela destinada para programar as aulas, criar atividades, corrigir provas, pesquisar e estudar. Portanto, a interdisciplinaridade acaba sendo algo que exige um tempo



extra que o professor não encontra diante das inúmeras tarefas a serem cumpridas. Porém, o docente afirma que, mesmo com pouco tempo, a interdisciplinaridade ajuda nas aulas. Para ele,

*[...] foi positivo por me fazer pensar a aula de uma forma diferente. Eu acho que a gente acaba, com a nossa correria mesmo e aula, tendo que trabalhar em mais de uma escola, três escolas né, a gente realmente fica com o tempo apertado. [...] já faz muita diferença uma aula normal bem preparada e com uma metodologia ainda, diferente, eu acho que isso foi válido e o que eu vou levar é que eu vou tentar fazer mais aulas possíveis, tentando fazer essa parte interdisciplinar, que eu acho que ajuda (Entrevista 6).*

Por fim, na quinta aula, com o intuito de revisar a temática Geometria Molecular, o docente utilizou um *software*<sup>2</sup> que permite a montagem de moléculas, apresentando-as em 3D, mostrando os ângulos de ligação. Segundo Raupp, Serrano e Moreira (2009, p.66):

A visualização em Química é ponto fundamental, pois sua aprendizagem envolve habilidades visuoespaciais que dão suporte para realizar determinadas operações cognitivas espacialmente. É através destas operações que nos tornamos capazes de internalizar as visualizações externas, para então manipularmos as estruturas mentalmente, podendo externiza-las após esse processo.

A utilização de tecnologias em sala de aula pode auxiliar no processo de ensino e de aprendizagem, e vem sendo requisitada pelos próprios estudantes. Por isso, o professor admitiu ser importante propiciar esse contato para os alunos, uma vez que muitos não têm computador e nunca tiveram a oportunidade de acessar aplicativos como o do *software*. Segundo Vasques e Lima (2016, p.37), “a interdisciplinaridade aliada às novas tecnologias pode ser o caminho para tornarmos a escola contemporânea e o conhecimento mais atraentes e significativos para o aluno”.

Em seguida, o professor solicitou que os estudantes desenhassem no caderno as Geometrias de algumas moléculas, dentre as já trabalhadas em sala de aula durante a sequência didática interdisciplinar. Isso permitiu que alguns deles fossem até o computador para digitar a fórmula estrutural da molécula no *software* e

---

<sup>2</sup> Avogadro. Disponível em: <https://avogadro.cc/>

observar se o que haviam feito no caderno condizia com o que observavam na tela. Esse foi um momento, citado pelo professor, como a ser repensado para uma futura reaplicação da sequência didática interdisciplinar por questões já citadas anteriormente, que estão relacionadas ao tempo para cumprir todo o conteúdo pois, segundo ele:

*Hoje eu não sei se eu mudaria alguma coisa, às vezes, eu acrescentaria, mexeria, às vezes, assim, a gente tem que pensar, às vezes, no tempo porque a gente teve um pouquinho de dificuldade com o tempo [...]. Acho que isso, como foi a primeira vez, isso pode ser modificado. A parte que a gente teve que usar o software, acho que faltou um pouquinho mais de tempo para trabalhar mais com o programa, então, pode ser uma coisa que eu possa mexer nisso também (Entrevista 6).*

Os Diários de Bordo dos estudantes também indicaram que a preocupação do professor em utilizar diferentes metodologias na sequência didática interdisciplinar foi um diferencial no processo de ensino e de aprendizagem. Este registro vai ao encontro do relato do docente durante a entrevista (Entrevista 6), pois segundo ele, é importante se atentar a diferentes formas de explicação de determinados conteúdos, visto que a turma não é homogênea e cada estudante pode ter mais afinidade com um determinado recurso e forma de aprender. Nessa direção, para Nicola e Paniz (2016, p.370):

*Tudo o que é diferente e vem ao encontro do aluno, oportuniza ao menos ganhos de forma significativa para a sua trajetória acadêmica, e que possivelmente contribuirão para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem do mesmo. Quando se faz uso de recursos diferentes o aluno acaba por se interessar mais pelas aulas.*

Apesar de não ter tido grandes dificuldades na elaboração dessa sequência, o professor assumiu que, em um primeiro momento, pensar em uma aula interdisciplinar não foi algo fácil, principalmente por não ter acesso a materiais desse cunho e por tentar utilizar diferentes metodologias. Em outros trabalhos com professores na intenção de também inserir a interdisciplinaridade em sala de aula, percebemos que eles apontam os mesmos motivos: o planejamento e a falta de material de apoio que seja interdisciplinar (HARTMANN; ZIMMERMANN, 2007, FERNANDES, 2017).

Mas ele assumiu que depois de organizar as ideias e de pesquisar materiais alternativos, o planejamento foi se tornando mais fácil, como destaca na entrevista.

*Acredito assim que, quando a gente pensa no primeiro momento, a gente, às vezes, tem um pouquinho de dificuldade porque vai mudar a metodologia. Não é o de costume e no próprio livro também, às vezes, não vem isso nos livros didáticos que a gente tem acesso. Mas depois que você tenta organizar uma ideia, acho que fluiu tranquilo, acho que foi positivo, não foi tão difícil não (Entrevista 6).*

O professor reconheceu que alguns livros didáticos tentam trazer uma abordagem interdisciplinar, mas acaba ficando em dúvida se não se trata de contextualizações:

*Eu acredito que alguns livros de hoje, os mais novos, alguns eles até tentam, eu acho, colocar alguma coisa. Mas aí, a gente sempre cai naquele ponto assim, se é uma coisa mais interdisciplinar ou se seria apenas uma contextualização (Entrevista 6).*

Como já mencionado, a interdisciplinaridade pode ser entendida de diferentes formas, pois não tem uma definição única e uma forma exata de como ser aplicada em sala de aula, o que acaba possibilitando diferentes interpretações. Da mesma forma, percebemos que os conceitos de contextualização e exemplificação podem se confundir, como na fala do professor, que considera as informações que os livros didáticos trazem são contextualizações e não exemplificações.

A interdisciplinaridade e a contextualização também foram citadas de forma complementar por uma das professoras do estudo de Fernandes (2017). Talvez, a associação feita entre as duas palavras tenha sido promovida durante o estudo e/ou discussões sobre os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Ciências, no qual consta:

Buscando superar a abordagem **fragmentada** das Ciências Naturais, diferentes propostas têm sugerido o trabalho com temas que dão contexto aos conteúdos e permitem uma abordagem das disciplinas científicas de modo **interrelacionado**, buscando-se a **interdisciplinaridade** possível dentro da área de Ciências Naturais (BRASIL, 1998, p.27) (Grifos da pesquisadora).

Apesar do desafio de compreender o que é interdisciplinaridade – lembrando que nenhum encontro ou discussão foi proposta ao professor para abordar tal

assunto – o docente elaborou as quatro sequências didáticas interdisciplinares com as concepções já trazidas por ele e outras que surgiram durante o planejamento. Na maioria das vezes, essas concepções foram ao encontro do que entendemos ser a interdisciplinaridade, como é mostrada no Capítulo 2.

O docente afirmou que a aplicação da sequência didática interdisciplinar foi feita de forma mais segura já que, durante a preparação houve pesquisas e estudos sobre o que ia ser abordado e o enriquecimento de seus conhecimentos sobre o próprio conteúdo e sobre as aulas interdisciplinares. As pesquisas e estudos foram feitos em livros didáticos, em conversas com colegas que lecionam outras disciplinas e na internet. Eles, inclusive, proporcionaram novas ideias para serem aplicadas nas aulas posteriores sobre outros assuntos, pois podem despertar o interesse dos estudantes nas aulas de Química, a partir da identificação de tópicos já estudados em outras disciplinas, como mostra o trecho da entrevista realizada com o professor:

*A aula ficou mais segura e você, às vezes, enxerga outras coisas que numa aula comum você não faria e os alunos, às vezes, se demonstram mais interessados porque eles veem um tópico que eles sabem na Matemática ou sabem na História e eles conseguem enxergar que ali também eles podem falar sobre isso, então, acho que para eles também foi mais interessante (Entrevista 6).*

Em uma pesquisa com professoras da Educação Básica de uma escola estadual, feita por Xavier (2016), há uma contribuição que vai ao encontro da fala do professor:

*São muitas as razões para tenhamos uma visão do todo e não somente de nossa especialidade, nossos alunos(as) com diversos interesses, [...] e o diálogo com outras áreas do conhecimento, [...] nos faz pensar outras formas de atingir nossa clientela e a interdisciplinaridade está entre elas (p.6-7).*

Já em relação às possíveis mudanças na sua prática pedagógica, o professor disse que sua prática não sofreu uma mudança significativa, tendo em vista que já buscava utilizar metodologias diferenciadas nas suas aulas, mas a aprimorou com a associação dos conteúdos da Química a conceitos de outras disciplinas, na qual foi possível ter uma visão mais ampla e abrangente dos conteúdos. Isso fez com que o docente saísse da sua zona de conforto, uma vez que teve que estudar e pesquisar sobre pontos que são específicos de outras disciplinas, o que normalmente não é

feito por ele, quando planeja as aulas e apresenta os conteúdos da disciplina que leciona. Por esse motivo, segundo Fernandes (2017, p.26), pode haver “resistência em realizar práticas diferenciadas dos habituais revela insegurança por terem que sair da sua ‘zona de conforto’, da abordagem didática já assumida por eles, por alguns anos”.

Em relação ao aprendizado dos estudantes, o docente disse:

*Você pode pegar, às vezes, um público que com a abordagem tradicional, às vezes, também tem uma resposta, mas eu acho que é válido. Acho que vai ajudar sempre, eu acho que quem consegue aprender um pouco, ou quem conseguiu absorver, com essa metodologia, vai aprender mais, vai ter uma resposta melhor. Nós tivemos respostas melhores (Entrevista 6).*

Com a sequência didática interdisciplinar, ele conseguiu trabalhar a Geometria Molecular, visto que era um conteúdo considerado de difícil aprendizagem pelos estudantes das turmas participantes da etapa do levantamento das dificuldades, bem como pela opinião do próprio docente (subcapítulo 3.4).

#### 4.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR SOBRE MUDANÇA DE ESTADO DE AGREGAÇÃO

Esse subcapítulo apresenta a primeira sequência aplicada pelo professor no 1º bimestre do ano de 2019. Como já explicado no subcapítulo 3.4, quando descrevemos os resultados do levantamento das dificuldades, o conteúdo para essa sequência didática interdisciplinar foi escolhido por ter sido indicado em maior número nos questionários dos estudantes e também na entrevista semiestruturada com o professor. Na entrevista, o docente afirmou:

*Muitas vezes, em avaliações, era solicitada a temperatura de fusão da substância representada no gráfico ou o tempo que tal substância permanecia nesse processo de transformação e o estudante invertia a resposta, pois não sabia ler o gráfico. Respondia o tempo na pergunta de temperatura e vice-versa (Entrevista 1).*

Este relato indicou algo que o incomodava durante as aulas de Química nas turmas de primeira série do Ensino Médio: a dificuldade dos estudantes na interpretação e leitura de gráficos, que perpassava pela compreensão dos

conteúdos químicos. Segundo Roth et al. (2005 apud LIMA; QUEIROZ, 2019), os gráficos ainda são inscrições com as quais os alunos mais têm dificuldades de leitura e interpretação.

Uma das temáticas que proporcionou essa identificação foi a relacionada às Mudanças de Estado de Agregação da Matéria, que compõe a sequência didática interdisciplinar a ser descrita. Para o docente, essa temática é importante não só por estar relacionada com os gráficos, como também por poder utilizar exemplos de situações do cotidiano para fazer a transição do nível macroscópico para o submicroscópico durante a explicação das mudanças de estado já mencionadas. Assim como o docente, também concordamos com a importância da leitura de gráficos, pois é algo que ajuda na interpretação de dados e uma ferramenta bastante utilizada em diversas áreas e a temática proporciona a aproximação e reconhecimento da Química às situações vivenciadas pelos estudantes.

Assim, a sequência didática interdisciplinar sobre Mudanças de Estados de Agregação foi planejada para ser aplicada em três aulas, estando os planos nos ANEXOS E, F e G. Nos quadros a seguir (Quadros 7 e 8) estão apresentadas algumas categorias criadas a partir do Diário de Bordo dos estudantes e da entrevista semiestruturada feita com o professor após a aplicação. Elas serão retomadas durante esse subcapítulo para discussão dos resultados.

Quadro 7 - Categoria criada através dos Diários de Bordo dos estudantes elaborados durante a aplicação da sequência didática interdisciplinar sobre Gráficos de Mudança de Estado de Agregação

<p><b>Melhoria na aprendizagem:</b></p>	<p><i>O experimento no laboratório ajudou a entendermos sobre as mudanças de estados.</i></p> <p><i>Os gráficos de Matemática ajudaram bastante a entender os gráficos químicos, principalmente a achar as coordenadas gráficas químicas.</i></p>
---	---

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Quadro 8 - Categorias criadas através da entrevista semiestruturada com o professor após a aplicação da sequência didática interdisciplinar sobre gráficos de mudança de estado de agregação.

	<p><i>[...] quando cheguei no gráfico mesmo da Química, eles viram que tinha sido <b>fácil entender</b>, porque já tinham visto outros gráficos.</i></p> <p><i>A gente sempre trabalha os gráficos aqui da mudança</i></p>
--	--

<b>Melhoria de aprendizado</b>	<p><i>do estado físico e tem erros direto. Mas quando viu o <b>gráfico geral</b>, digamos assim, dentro da aula de Química, conseguiram é.. <b>associar e entender que faz do mesmo jeito</b>.</i></p> <p><i>[...] os estudantes <b>conseguiram</b> realizar os exercícios sem muitas dúvidas. Tentei ir discutindo com eles é.. o que cada um abordava e eles foram fazendo juntos, <b>lembrando</b> do que a gente viu nas outras aulas.</i></p>
<b>Tempo</b>	<p><i>Eu sempre procuro propor aulas no laboratório, porque além de fazer.. do experimento, eu consigo também explicar, escrever no quadro as vezes, quando precisa e <b>não tem o transtorno</b> de voltar pra sala.</i></p>
<b>Dificuldade de associação com outra disciplina/cotidiano</b>	<p><i>E realmente, sempre fiquei pensando em algum exemplo da nossa vida que pudesse mostrar isso. <b>Mas não temos nada desse tipo</b>.</i></p> <p><i>Mas eu tentava fazer, trazer pra vida. Mas a temperatura, não tinha como.</i></p> <p><i>É o costume né, de ver tudo <b>separadinho</b>. <b>Não entende</b> que uma coisa da Matemática, <b>é do mesmo jeito</b> em outra aula, <b>em outro conteúdo</b>, com o outro professor.</i></p>
<b>Falta de material didático</b>	<p><i>E até mesmo esse experimento pensei associando da faculdade, <b>não de material didático</b>, porque não fala dessas coisas.</i></p>

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Na primeira aula, o professor fez uma introdução sobre os gráficos de forma geral, utilizando a princípio dois eixos: x e y. Com tais gráficos, ele abordou o conceito de coordenadas e iniciou a explicação com um gráfico que representava uma função de 1° grau, por ser mais simples de ser ensinado e para ser interpretado pelos estudantes. Dessa forma, o docente buscou estabelecer uma aproximação com a Matemática.

A escolha do professor encontrou apoio no trabalho de Silva (2013, p.24):

Além de conectar internamente vários temas da matemática, o conteúdo “Função” desempenha um papel muito importante para descrever e estudar através da leitura, interpretação e construção de gráficos, o comportamento de certos fenômenos tanto do cotidiano, como de outras áreas do conhecimento.

Essa importância dada aos gráficos por meio do estudo das Funções para a interpretação do comportamento de fenômenos de outras áreas do conhecimento, foi identificada em uma das habilidades da BNCC, para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: “Interpretar criticamente situações econômicas, sociais e fatos relativos às Ciências da Natureza que envolvam a variação de grandezas, pela análise dos gráficos das funções representadas e das taxas de variação” (BRASIL, 2018, p.533).

Já para os anos finais do Ensino Fundamental, a BNCC para a Matemática, traz que “a expectativa é que os alunos saibam planejar e construir relatórios de pesquisas estatísticas descritivas, incluindo medidas de tendência central e construção de tabelas e diversos tipos de gráfico” (BRASIL, 2018, p.275).

Portanto, percebemos que a BNCC aponta em seus textos, tanto de Matemática (Ensino Fundamental e Médio), quanto de Ciências da Natureza, habilidades que levam em consideração gráficos, seja para interpretação de fenômenos de diferentes áreas do conhecimento, seja para análise de estatísticas cotidianas.

Nessa direção, Martins e Carvalho (2018, p.250) trazem que “as atividades de leitura e interpretação de dados representados por meio de gráficos são capacidades necessárias à compreensão gráfica e também devem ser foco de sistematização em sala de aula”. Também concordamos com Pereira (2016) que, em relação aos gráficos,

[...] suas características, sua natureza e sua diversidade, como também suas formas de construção, interpretação e transformação, devem ser consideradas como parte dos conteúdos a serem ensinados e aprendidos nas aulas de Química (p.2).

Durante o planejamento da sequência didática interdisciplinar, o professor de Matemática da turma foi consultado pelo docente de Química, que foi informado de que as funções deveriam ser apresentadas na primeira série do Ensino Médio, mas a partir do 2º bimestre. Entretanto, no nono ano do Ensino Fundamental, esse assunto é brevemente abordado, como indica a BNCC para essa etapa, na área da Matemática. A Base indica a necessidade de que

[...] os alunos estabeleçam conexões entre variável e função e entre incógnita e equação. As técnicas de resolução de equações e



inequações, inclusive no plano cartesiano, devem ser desenvolvidas como uma maneira de representar e resolver determinados tipos de problema, e não como objetos de estudo em si mesmos. (BRASIL, 2018, p.271).

A BNCC traz ainda como uma das habilidades do oitavo ano de Matemática do Ensino Fundamental: “associar uma equação linear de 1º grau com duas incógnitas a uma reta no plano cartesiano” (BRASIL, 2018, p.313). Já nas habilidades das competências específicas do Ensino Médio, na Matemática, o estudante deve:

Investigar relações entre números expressos em tabelas para representá-los no plano cartesiano, identificando padrões e criando conjecturas para generalizar e expressar algebricamente essa generalização, reconhecendo quando essa representação é de função polinomial de 1º grau (BRASIL, 2018, p.541).

Logo, percebemos que a Base aponta para a importância da representação gráfica, que auxilia na interpretação, identificação e entendimento do fenômeno ou dado.

Dando sequência a aula, o professor também apresentou um gráfico com eixos x, y e z, mas a título de curiosidade, para demonstrar que a leitura se dava com mais um dado. A função de 2º grau, bem como seu gráfico foram apresentados e abordados como mais uma forma de prática de leitura de gráficos para poder, então, apresentar a Mudança de Estado de Agregação da Matéria. Sobre a interação entre a Matemática e a Química, o docente afirmou que os estudantes, a princípio, acharam estranho, mas que depois perceberam que seria algo benéfico para a aprendizagem.

*Quando eu coloquei o primeiro gráfico, lá das funções de 1º grau, eles não falaram nada. Mas aí vai colocando mais coisas, acho que eles ficaram assustados com o rumo que a aula, com o que e como isso ia ser pedido na prova. [...] Mas aí quando cheguei no gráfico mesmo da Química, eles viram que tinha sido fácil entender, porque já tinham visto outros gráficos (Entrevista 8).*

Adentrando nas Mudanças de Estado de Agregação da Matéria, mesmo que os estudantes já conhecessem os diferentes estados, suas características e as possibilidades de transformação de um para outro, o professor ainda não havia abordado as nomenclaturas de cada processo e nem colocado questões sobre as

temperaturas de fusão e de ebulição. A constância das temperaturas em substâncias puras também não havia sido mencionada em nenhum momento.

Para essa abordagem, a segunda aula aconteceu no laboratório da escola. Este ambiente dispunha de quadro de giz e carteiras, além da bancada para a realização dos experimentos e outras atividades, o que torna possível uma aula expositiva com a utilização de recursos para complementá-la. O docente deixou bem claro em suas entrevistas que sempre faz perguntas e gosta de envolver os estudantes nos assuntos abordados, utilizando o quadro para complementar algo que seja necessário e, por isso, utilizar do laboratório da escola é algo que ele faz com certa frequência: *“Eu sempre procuro propor aulas no laboratório, porque além de fazer.. do experimento, eu consigo também explicar, escrever no quadro, às vezes, quando precisa e não tem o transtorno de voltar pra sala”* (Entrevista 8). Nesse sentido, houve a realização de um experimento a fim de contemplar a finalidade citada por Silva (2016, p.13):

[...] o uso da Experimentação no ensino de Química e Ciências se tornou uma forma de despertar no aluno um maior interesse, desde que vinculadas à construção de um conhecimento científico em grupo, à possibilidade de promover discussões e investigações que permitam um enriquecimento do conhecimento a partir dos conhecimentos prévios do aluno.

O experimento foi planejado com mais um objetivo: o de auxiliar na compreensão de alguns pontos específicos do processo de Mudança de Estado de Agregação, que não é algo instantâneo, mas sim um processo que vai acontecendo aos poucos sem variação de temperatura ao longo da mudança. Este é um ponto que o professor julgava difícil de explicar no gráfico: Por que os patamares de mudança de estado de agregação das substâncias puras eram mantidos com temperatura constante? Como explicar que, mesmo com uma fonte de calor, essa temperatura não varia durante o processo?

Para essa aula prática, tanto a turma da manhã quanto a turma da tarde foram divididas em dois grupos, de acordo com o número de termômetros que se dispunha para medir as temperaturas durante o experimento (Roteiro apresentado no ANEXO F). Os dois grupos fizeram o experimento ao mesmo tempo, na mesma bancada (única no laboratório), ficando cada um em uma extremidade.

Ambos os grupos tiveram que obter água em temperatura ambiente, retirada da torneira existente na bancada do laboratório, e colocar dentro de um béquer (béquer 1). Em um outro béquer (béquer 2), os estudantes colocaram duas pedras de gelo que foram retiradas do congelador do refeitório da escola antes dessa segunda aula, para que no momento do experimento já houvesse iniciado a fusão e, assim, o recipiente apresentasse boa quantidade da água tanto no estado sólido quanto no estado líquido.

Feito isso, o professor propôs aos grupos que medissem a temperatura da água no estado líquido (béquer 1) e, no béquer 2 que continha água e gelo, a orientação foi para que encostassem o termômetro inicialmente no gelo e, posteriormente, na água em estado líquido. O docente salientou durante a entrevista (Entrevista 8) que pensou nessa prática para que pudesse responder às questões colocadas anteriormente, referentes a temperatura ser constante durante a Mudança do Estado de Agregação nas substâncias puras: *“Normalmente eles [estudantes] entendem os processos e aceitam facilmente as nomenclaturas envolvidas, mas no gráfico, quando o patamar fica constante, eles não entendem com muita clareza”* (Entrevista 8).

E ainda completou:

*E realmente, sempre fiquei pensando em algum exemplo da nossa vida que pudesse mostrar isso. Mas não temos nada desse tipo que possa ser feito sem o termômetro, sem medir mesmo ali a temperatura. E até mesmo esse experimento, pensei associando da faculdade, não de material didático, porque não fala dessas coisas* (Entrevista 8).

Pensando nisso, concordamos que:

[...] a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a produção de explicações para problemas reais que permitam uma contextualização, e dessa maneira estimular questionamentos que encaminhem à investigação (SILVA, 2016, p.20).

A experimentação foi importante nessa sequência didática interdisciplinar, pois permitiu que os estudantes fossem participativos, como colocado pelo docente. Além disso, eles também puderam observar, durante a prática, uma das Mudanças de Estado de Agregação da Matéria - a fusão. Com isso, o docente conseguiu envolver os estudantes na aula, sem o incentivo da memorização das características

e nomes das mudanças, mas sim, estimulando a compreensão de como acontecem e o porquê. Em suas aulas anteriores, sobre esse mesmo assunto, ele admitiu que *“já utilizava de exemplos do cotidiano pra tentar, para facilitar nos processos, mas acaba que no fundo tem que guardar o nome. Mas eu tentava fazer, trazer pra vida. Mas a temperatura, não tinha como”* (Entrevista 8).

Retomando a medição da temperatura realizada nos béqueres 1 e 2 e com a constatação de que não havia variação, o professor utilizou o quadro presente no laboratório para fazer o gráfico de aquecimento e aquele que representava a mudança do estado de agregação da água. Com o gráfico foi possível fazer as leituras dos eixos x e y, visto que os estudantes haviam feito esse exercício na aula anterior. Posteriormente, o gráfico de resfriamento também foi apresentado.

Além disso, os patamares presentes no gráfico foram relacionados com o experimento no momento da medição da temperatura, deixando a explicação mais compreensível. Mesmo que a água da torneira seja uma mistura, a variação na temperatura é imperceptível no processo de fusão, o que também foi importante salientar durante as explicações.

Um dos estudantes (Aluno 1) colocou em seu Diário de Bordo:

*O experimento no laboratório ajudou a entendermos sobre as mudanças de estados, que no início do experimento a temperatura do termômetro sem gelo na temperatura ambiente estava com 28°C e com o gelo ela caiu para 0°C e ficou constante por um tempo até o gelo derreter.*

A partir dos patamares, o docente abordou gráficos referentes a misturas, apresentando as diferenças entre estes e aqueles que representam substâncias puras. Isso foi necessário para que pudesse explicar a temperatura nas Mudanças de Estado de Agregação, que no caso das misturas, não são constantes por apresentarem mais de uma substância.

Outros Diários de Bordo dos estudantes apontaram que os gráficos, trabalhados dessa forma pelo professor, foram fundamentais no entendimento das Mudanças de Estado de Agregação. Um dos alunos colocou que *“os gráficos de Matemática ajudaram bastante a entender os gráficos químicos, principalmente a achar as coordenadas gráficas químicas”* (Aluno 2). Esse registro corrobora com a prática interdisciplinar no sentido de facilitar o diálogo entre determinado conhecimento construído em uma aula específica com outros de outras disciplinas.

*Quando aprende, às vezes, uma coisa de outra disciplina e chega na aula, se a gente pergunta se sabe alguma coisa... se lembra... eles não fazem associação com as disciplinas. Acham que tem que lembrar só das aulas de Química. É o costume, de ver tudo separadinho. Não entende que uma coisa da Matemática, é do mesmo jeito em outra aula, em outro conteúdo, com o outro professor. A gente sempre trabalha os gráficos aqui da mudança do estado físico e tem erros direto. Mas quando viu o gráfico geral, digamos assim, dentro da aula de Química, conseguiram é... associar e entender que faz do mesmo jeito (Entrevista 8).*

A importância de mostrar esse diálogo ao aluno é fundamental para uma visão mais ampla sobre um assunto aplicado em diferentes situações. E para finalizar a sequência didática interdisciplinar sobre as Mudanças de Estado de Agregação da Matéria, o professor realizou uma aula com exercícios – a terceira e última aula da sequência -, como uma forma de fixação do conteúdo e para certificar de que os estudantes haviam entendido o que havia sido abordado.

Os exercícios foram realizados de forma a serem discutidos e não no formato de avaliação – normalmente feita individualmente, sem consulta e sem interação entre os estudantes. Foram exercícios do próprio livro didático adotado pela escola e, segundo o professor,

*[...] os estudantes conseguiram realizar os exercícios sem muitas dúvidas. Tentei ir discutindo com eles é... o que cada um abordava e eles foram fazendo juntos, lembrando do que a gente viu nas outras aulas (Entrevista 8).*

De acordo com a fala anterior do professor, percebemos que a sequência didática interdisciplinar foi ao encontro das ideias de Perez (2018, p.470): “a definição mais comum acerca da interdisciplinaridade remete à integração entre as disciplinas e à superação da fragmentação do conhecimento”. Contudo, essa integração deve ser feita de forma natural para que não haja uma separação das disciplinas no momento da explicação, mas sim uma percepção de que o conteúdo pode ser aplicado em diferentes situações.

#### 4.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR SOBRE MODELOS ATÔMICOS

Os Modelos Atômicos foram escolhidos para compor uma das sequências didáticas interdisciplinares por ser um tema que apresentou um grande número de erros nas provas bimestrais, um dos instrumentos utilizados para o levantamento das dificuldades dos estudantes (subcapítulo 3.4). Além disso, de acordo com o professor de Química das turmas da primeira série do Ensino Médio, os Modelos Atômicos foram considerados difíceis de serem trabalhados em sala de aula (Entrevista 9). Antes da participação nessa pesquisa, o professor dava somente uma explicação sobre os cientistas que propuseram os Modelos Atômicos e suas respectivas contribuições para a compreensão da constituição da matéria.

Durante essa explicação predominava o uso do quadro de giz, pois ele não conseguia identificar outras formas para a abordagem. Por isso, ele afirmou: *“sempre tive preocupação com o ensino desse conteúdo, porque fazia de forma muito falada, só utilizando o quadro, sem muita interação”* (Entrevista 9).

Assim, desenvolver essa sequência didática foi importante, tendo em vista a possibilidade de utilizar metodologias diversificadas. Muitas vezes, os Modelos Atômicos são apresentados com uma breve descrição de suas características e uma representação do átomo na forma de desenho ou imagem. Porém, segundo França, Marcondes e Carmo (2009, p.275):

Considerando que o conhecimento é uma construção social e histórica, os modelos atômicos foram sofrendo formulações teóricas desde os gregos, ainda que auxiliadas pelos suportes instrumentais. No entanto, nas aulas de Química, muitas vezes, os professores se esquecem que a superação das dificuldades na construção do conhecimento científico tem evolução histórica e apresentam aos alunos conceitos e modelos de forma pronta e acabada, como verdades incontestáveis.

Nesse sentido, essa sequência didática interdisciplinar foi planejada para cinco aulas, com os planos de aula apresentados nos ANEXOS H, I, J, K e L. Salientamos que ela foi aplicada em duas turmas diferentes, o que implicou em algumas modificações na quantidade de aulas e até mesmo na forma como o tema foi abordado em cada aula especificamente. Isso ocorreu, visto que cada uma das turmas se comportou de forma diferente, necessitando de mais ou menos tempo em cada tópico apresentado e de acordo com as curiosidades dos estudantes, que foram surgindo durante a participação nas aulas. Porém, o conteúdo planejado e as metodologias adotadas foram mantidas em ambas.

A seguir estão algumas categorias criadas através das falas dos participantes, colocadas durante o texto nesses resultados.

Quadro 9 - Categoria criada através da Roda de Conversa com os estudantes elaboradas durante a aplicação da sequência didática interdisciplinar sobre Gráficos de Mudança de Estado de Agregação

<p><b>Melhoria interesse/participação</b></p>	<p><i>[...] porque a gente pesquisou e foi falando e ele foi explicando cada tema e a <b>gente foi participando</b>.</i></p> <p><i>Serviu para dar <b>mais interesse</b>, porque eu <b>gosto mais</b> de História que de Química.</i></p> <p><i>Participamos, foi descontraída e passou mais rápido.</i></p> <p><i>[...] tinha alunos <b>animados</b> com a apresentação do trabalho, queria que chegasse o dia do trabalho pra <b>mostrar</b> o modelo deles, pra <b>trazer mais informações</b> pra turma.</i></p>
<p><b>Melhoria na aprendizagem:</b></p>	<p><i>[Com a aula normal, quadro e giz, eu não teria entendido mais] pq aí <b>não teria demonstração</b> nenhuma, a gente ia ficar <b>só olhando</b>.</i></p> <p><i><b>É porque no quadro ele não desenhou igual é no trabalho.</b></i></p>
<p><b>Melhoria na prática docente</b></p>	<p><i>A explicação dele (professor) <b>foi melhor</b> do que normalmente é nas outras aulas.</i></p>

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Quadro 10 - Categorias criadas através da entrevista semiestruturada com o professor após a aplicação da sequência didática interdisciplinar sobre Modelos Atômicos.

<p><b>Melhoria de aprendizado</b></p>	<p><i>E até por isso a <b>explicação</b> deles também <b>foi boa</b>, porque <b>houve um maior envolvimento</b> ali.</i></p> <p><i>Mesmo que tenha, às vezes, muitos temas, mais coisas superficiais, acho que eles depararam com mais conceitos e como a gente discutiu mais, trabalhou mais, mostrou um pouquinho mais profundo cada tema, acho que para <b>aprendizagem com certeza foi melhor</b>.</i></p>
	<p><i>[...] o planejamento te traz uma <b>melhor segurança</b> do que vai ser feito e de <b>como vai ser feito</b> e faz também que o trabalho seja <b>mais completo, mais abrangente</b>.</i></p> <p><i>Mas depois que você começa, eu acho que fica até mais interessante. Porque dentro da sua própria</i></p>

<p><b>Planejamento</b></p>	<p><b>pesquisa</b> você vai tendo <b>outras ideias</b>.</p> <p>Como a gente <b>monta</b> com um pouco <b>mais cuidado</b> assim, com mais tempo, explorando mais temas, eu acho que fica mais fácil de você tentar trazer o aluno pra aula.</p>
<p><b>Maior participação/interesse</b></p>	<p>E você deixando em aberto pra eles primeiro, eles vão ter mais dúvidas, e as vezes vão trazer temas que a gente as vezes nem tinha pensado em colocar. Então, <b>vai surgindo mais coisas</b>, eu acho que fica melhor.</p> <p>Uma <b>aula comum</b>, eles, a maioria, <b>não fala nada ou não tira muitas dúvidas</b>.</p> <p>[...] eles <b>pesquisaram</b> sobre a revolução industrial. Então eles trouxeram um vídeo só da parte de história. [...] não teve nada específico de química, foi uma parte de história. Até chegar depois, na parte da gente inserir o modelo de Dalton dentro desse contexto.</p> <p>Eu acho que foi interessante a aplicação e acho que o <b>envolvimento</b> deles acaba sendo um pouquinho <b>maior</b>.</p> <p>Eles <b>estudaram</b> o modelo, tentaram entender, pra conseguirem chegar nessa relação, eles tiveram que estudar.</p> <p>Então, eles se deparando com outras informações eu acho que isso dá <b>mais interesse</b> pra eles.</p> <p>[...] <b>identificando</b> um pouquinho mais com a matéria ou <b>tirando dúvidas, perguntando</b> como que faz, coisas que as vezes eles não fariam se fosse uma aula expositiva normal.</p>
<p><b>Melhoria na prática docente</b></p>	<p>Com isso, o professor pode traçar alguns caminhos e <b>melhorar seu nível de aprofundamento</b>.</p> <p>Eu acho que o professor ele fica com mais <b>bagagem</b>, dentro de sala e isso as vezes facilita, porque ele pode fazer várias abordagens e trazer mais alunos pra sua aula.</p>
	<p>Como é uma coisa, assim, que <b>não é comum</b>, não é rotineira nossa, gasta-se um pouquinho <b>mais de tempo</b>.</p>



<b>Tempo</b>	<i>[...] a gente tentar fazer mais vezes né, mas acho que a nossa <b>rotina</b> sempre cai naquele negócio do <b>tempo</b>.</i>
<b>Diferentes contextos</b>	<i>Um contexto de filosofia, um contexto de eletricidade, o outro o contexto da revolução, é, o outro teve o contexto das cores né, das mudanças de cores, como a gente enxerga as cores, então são <b>pontos diferentes</b>, que <b>não é comum</b> você falar na aula de química.</i>

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Na primeira aula, antes de iniciar a apresentação do conteúdo, o professor dividiu a turma em cinco grupos para que cada um deles pudesse fazer uma pesquisa sobre os cinco Modelos Atômicos. Tais questões envolviam o momento histórico de cada Modelo Atômico, bem como uma breve apresentação do cientista que o propôs, o porquê da necessidade de uma nova proposta – os pontos que o modelo anterior não era mais capaz de justificar, por exemplo – como era a sociedade da época (principalmente para o grupo sobre Leucipo e Demócrito, para os quais foi indicada uma relação com a Filosofia) e algumas especificidades de cada um deles, como a inserção da radioatividade (Quadro 11).

Quadro 11 - Modelos atômicos e demais informações a serem pesquisadas por cada grupo

	<b>Modelo Atômico</b>	<b>Demais Informações</b>
<b>Grupo 1</b>	Modelo de Leucipo e Demócrito	Filosofia da época; Grécia Antiga
<b>Grupo 2</b>	Modelo de Dalton	Contexto histórico: Revolução Industrial
<b>Grupo 3</b>	Modelo de Thomson	Como a eletricidade foi percebida pela primeira vez
<b>Grupo 4</b>	Modelo de Rutherford	Radioatividade e raios X
<b>Grupo 5</b>	Modelo de Bohr	Espectro de cores

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Além dos pontos citados referentes à pesquisa que cada grupo deveria realizar, o professor combinou a forma de entrega e apresentação dos resultados na forma de um trabalho escrito e uma oratória, como é feita nos seminários, com o apoio de qualquer recurso didático – quadro, slides, vídeos – ou mesmo utilizando apenas a fala. Em ambas as turmas os estudantes deveriam apresentar a pesquisa, além da representação do modelo estudado.

Além de utilizar a pesquisa, o professor também achou importante pedir uma representação do modelo para que os estudantes pudessem fazer a transição do nível submicroscópico para o representacional, a partir do que haviam entendido com as leituras e os estudos. Essa metodologia foi citada por alguns alunos da turma da tarde como algo importante que ajudou no aprendizado. Um deles disse, durante a roda de conversa, que se o professor não tivesse feito tal sugestão, “*não teria demonstração nenhuma, a gente ia ficar só olhando*” (Roda de conversa – Aluno 1). Outro aluno completou: “*É porque no quadro ele não desenhou igual é no trabalho*” (Roda de conversa – Aluno 2).

Para Camargo, Asquel e Oliveira (2018, p.199):

As representações dos modelos atômicos podem contribuir para a construção de uma imagem do que se quer estudar sobre o átomo, na imaginação dos alunos. Por isso, considera-se que o uso de representações dos modelos atômicos pode ter um grande potencial enquanto recurso didático, desde que sejam tomados alguns cuidados que reafirmem a ideia do que significa um modelo e uma representação para os alunos.

A discussão acerca das limitações dos modelos é importante, visto que pode ser que o estudante “[...] não reconhece as analogias como tal; não reconhece as principais relações analógicas existentes em cada uma delas; não identifica limitações das analogias; não percebe o papel das mesmas no ensino” (SOUZA; JUSTI; FERREIRA, 2006, p.22).

Questionado sobre a experiência com a metodologia adotada nessa sequência didática interdisciplinar, na qual os estudantes tiveram que pesquisar antes que o professor abordasse o assunto, o docente disse que achou melhor dar início dessa forma, assumindo que fará isso em outras aulas durante o ano letivo.

*Eu acho que é a melhor maneira, porque se a gente fala alguma coisa antes, ou se a gente entra muito, a gente acaba, às vezes, fechando muito a pesquisa para eles. E você deixando em aberto para eles primeiro, eles vão ter mais dúvidas, e, às vezes, vão trazer temas que a gente, às vezes, nem tinha pensado em colocar. Então, vai surgindo mais coisas, eu acho que fica melhor. [...] Uma aula comum, eles, a maioria, não fala nada ou não tira muitas dúvidas, eles não estão apresentando. Porque do jeito que a gente fez a abordagem, [...] eles que explicaram tudo a forma com que eles pensaram (Entrevista 10).*

Mas essa metodologia exigiu que o planejamento do professor fosse mais elaborado, visto que ele teve que prever as questões que pudessem ser trazidas por cada grupo e, portanto, ele precisaria estar preparado para a condução das discussões. Segundo o docente,

*[...] o planejamento te traz uma melhor segurança do que vai ser feito e de como vai ser feito e faz também que o trabalho seja mais completo, mais abrangente. Com isso, o professor pode traçar alguns caminhos e melhorar seu nível de aprofundamento (Entrevista 10).*

A preocupação apontada pelo professor vai ao encontro do apontamento de Lima (2018, p.155), que indica ser importante que

*[...] ao se planejar uma sequência didática para conduzir um determinado conteúdo, o docente tenha a real magnitude dele e elabore essa metodologia com critérios bem definidos para que o objetivo do processo ensino aprendizagem seja concreto.*

Em relação a interdisciplinaridade, a dificuldade do professor em fazer as relações estava no fato de não conseguir em fontes bibliográficas uma explicação que auxiliasse na compreensão. Ademais, a formação inicial do docente não mostrou os diálogos possíveis entre as diferentes disciplinas.

A proposta do professor de cada grupo realizar uma pesquisa sobre um dos modelos atômicos e o cientista, apresentando-a aos colegas, teve a intenção de promover uma discussão e uma participação mais ativa dos alunos. Essa discussão permitiria ao professor adentrar no assunto estudado e retomar durante as aulas o que os estudantes apresentaram ao longo da sequência, buscando ainda identificar o entendimento da turma até o momento. A partir disso, ele poderia complementar o assunto com o que havia sido planejado, inserindo conceitos específicos de outras disciplinas, caso ainda não tivesse sido contemplado.

Para alguns estudantes, essa metodologia – a apresentação das pesquisas - foi interessante porque permitiu que todos se envolvessem e participassem de alguma forma. Segundo um deles, a aula foi mais interessante *“porque a gente pesquisou e foi falando e ele foi explicando cada tema e a gente foi participando”* (Roda de Conversa - Aluno 3).

Ademais, a participação ativa dos estudantes pode facilitar a construção do conhecimento. Para Santos (2002, p.70),

O fato de um processo participativo proporcionar uma melhor aprendizagem deve-se ao envolvimento natural, espontâneo e responsável dos alunos, nas atividades de aprendizagem, envolvimento este, também causado pelo prazer de participar.

Ao serem questionados sobre o entendimento do conteúdo com essa abordagem, um dos alunos respondeu que “*a explicação dele (professor) foi melhor do que normalmente é nas outras aulas*” (Roda de conversa - Aluno 1). Sendo assim, após a solicitação da pesquisa, na primeira aula da sequência didática interdisciplinar sobre Modelos Atômicos, os estudantes do grupo 1 da manhã fizeram sua apresentação a partir da leitura de uma folha, na qual estava suas anotações. O trabalho foi sobre Leucipo e Demócrito (Quadro 11) e não foi feita a relação com os outros cientistas.

Para o professor, a apresentação foi considerada regular, visto que os estudantes se preocuparam apenas em ler, explicando pouco sobre o tema, falando muito superficialmente. Também não levaram a representação do modelo, conforme combinado na aula anterior, sem justificativas.

Já o grupo 1 da turma da tarde utilizou como modelo uma folha de papel, na qual os alunos foram rasgando até o momento que não conseguiam mais, explicando assim o modelo de Leucipo e Demócrito sobre a matéria ser constituída de partes menores – os átomos. Apesar de trazerem um modelo, os estudantes não apresentaram os resultados de suas pesquisas. Dessa forma, o professor falou sobre a natureza da matéria para que a turma pudesse entender os frequentes questionamentos feitos pelos filósofos, apresentando um pouco sobre a Filosofia e seu estudo principal: a nossa relação com o mundo, além de ser também a base de questões fundamentais da existência humana, visto que a etimologia da palavra quer dizer amor à sabedoria (HOUAISS, 2011).

Durante a discussão promovida em sala de aula, o docente também abordou o momento histórico em que o atomismo foi esquecido - por questões religiosas (SANTOS; MÓL, 2016) - apresentando outros filósofos (Aristóteles e Tales de Mileto), que fizeram uma nova proposta, a teoria dos elementos primordiais, na qual se acreditava que tudo era formado a partir deles. Além do atomismo também foi possível falar um pouco sobre a Alquimia.

O professor considerou ser importante a inserção da Filosofia nas aulas de Química, principalmente no conteúdo de Modelos Atômicos, pelo fato do estudo dessa ciência ter sido iniciado na Antiguidade, bem como a proposta feita por Demócrito e Leucipo. Segundo Labarca, Bejarano e Eichler (2013, p.1256):

Apesar da suposição firmemente arraigada segundo a qual a química pode prescindir da filosofia, é possível (e mesmo necessário) construir uma ponte entre ambas as disciplinas. Na realidade toda investigação científica inclui conceitos filosóficos tais como aqueles de lei, verdade, hipótese, tempo, energia, entre outros. E em toda a investigação subjazem certos postulados filosóficos como os de realidade, de cognoscibilidade (ou seja, acerca daquilo que pode ser conhecido) e de legalidade do mundo exterior.

Ele também deixou claro que é fundamental, no momento político educacional que estavam vivenciando, é importante dar ênfase à Filosofia. Para Kavalek et al. (2015, p.12), a relação entre a Química e a Filosofia também é importante. De acordo com os autores:

Admitir a relação entre o passado da química e sua relação com a cultura, colocando lado a lado a ciência clássica e a moderna, restringir a distância entre a vida cotidiana e a química contemporânea, fornecem condições para entender o novo e desconhecido e utilizá-los na construção de conhecimentos mais desenvolvidos, sendo a posição filosófica a base para essa construção.

Por isso, os autores acreditam que

A educação química necessita de discussões filosóficas para ser possível uma aceção clara em relação aos níveis de linguagem e discursos, natureza da explicação e importância dos modelos, clarificação de conceitos e especificação de uma didática (KAVALEK, et al. 2015, p.12).

Na segunda aula, houve a apresentação do grupo 2 da manhã. Ela se deu por meio de leitura de uma folha, assim como o grupo 1, apresentando o que haviam pesquisado sobre o modelo de Dalton. Porém este grupo, levou como modelo, uma bolinha de desodorante *roll on*, para indicar a ideia do átomo enquanto uma esfera maciça – embora não seja a realidade de tal objeto –, indestrutível e indivisível.

Diante da criatividade na escolha do modelo pelo grupo, concordamos com Oliveira e Silva (2015, p.2192-2193), que

As técnicas de dinâmica de grupo, [...] oportunizam o desenvolvimento de diversas habilidades e características no indivíduo, apontando-se, desta forma, motivos importantes para sua adoção tanto de ordem social, psicológica e pedagógica.

Contudo, o professor também considerou essa apresentação regular, visto que teve muita leitura, o que indicou que eles não se prepararam para a exposição da pesquisa realizada. Além disso, os estudantes falaram sobre o modelo e nada mais, sem a devida contextualização com o momento histórico da época (conforme instruções dadas pelo professor), no caso, a Revolução Industrial.

O grupo da turma da tarde fez sua apresentação com o auxílio de uma vídeo-aula sobre a Revolução Industrial<sup>3</sup>, mostrando o momento histórico em que o Modelo Atômico foi proposto pelos pesquisadores. Porém, para o docente, a apresentação desse grupo não contemplou totalmente o que foi pedido, visto que não fizeram nenhuma associação entre a vídeo-aula e o conteúdo estudado. Mas ainda assim, ele reconheceu a oportunidade que teve para a inserção de um conteúdo que não é próprio da Química, trazendo à abordagem, um caráter interdisciplinar.

*Eles pesquisaram sobre a revolução industrial. Então, eles trouxeram um vídeo só da parte de História, que estava inserido como que se iniciou a Revolução Industrial, onde que ela aconteceu, porque ela aconteceu, quais foram os motivos. Então, colocaram um vídeo de 10 minutos ou quase 10, que não teve nada específico de Química, foi uma parte de histórica. Até chegar depois, na parte da gente inserir o modelo de Dalton dentro desse contexto (Entrevista 10).*

Apesar de importantes e necessários, Pires, Abreu e Messeder (2010, p.1) citam que são escassos os materiais para “ênfatar questões sociais, econômicas, políticas e históricas, [...] principalmente para o aspecto histórico da química”. Até mesmo os livros didáticos trazem informações sobre a História da Química na forma de uma exemplificação, muitas vezes em caixinha, como curiosidade.

Um aluno da turma da tarde deixou claro que ao utilizar conhecimentos de outra disciplina, como a História, “*serviu para dar mais interesse, porque eu gosto*

---

<sup>3</sup> Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=pZy\\_3jMLblo&t=193s](https://www.youtube.com/watch?v=pZy_3jMLblo&t=193s)

*mais de História que de Química”* (Roda de conversa - Aluno 4). Isso vai ao encontro de uma fala do próprio professor sobre utilizar de conteúdos de outras disciplinas:

*Quando você traz parte de outras disciplinas, então, às vezes, tem um aluno que ele não tem muita afinidade com a Química. Às vezes, ele também não tem afinidade muito com o professor, você traz tópicos de outras matérias, às vezes, você consegue acessar aquele aluno que estava mais retraído* (Entrevista 6).

Além disso, a vídeo-aula levou os alunos a tentar assisti-la criticamente, para, então, decidir se esse seria um bom material a ser apresentado. Dessa forma, os vídeos podem ser importantes recursos didáticos, pois “estimulam os estudantes a desenvolverem habilidades intelectuais e de cooperação, onde mostram interesse em aprender e buscam mais informações sobre um determinado assunto” (FREITAS, 2013, p.17).

Em ambas as turmas, após a apresentação do grupo 2, o professor iniciou a discussão sobre o Modelo Atômico de Dalton, as Leis Ponderais, Lavoisier (Lei da conservação das massas), Proust (Lei das proporções constantes), o motivo dos estudos dos cientistas, adentrando na História para falar do capitalismo e das produções em massa com menor custo, momento em que as indústrias precisavam maximizar as reações químicas para uma maior produção – Revolução Industrial.

As discussões e a explicação do professor variaram conforme o que cada turma havia apresentado, o que fez com que ele avaliasse se precisaria de mais ou menos tempo para abordar ou complementar cada tópico planejado para a aula.

Nessa mesma aula, surgiu a questão do Daltonismo, ponto que o professor já havia pensado em mencionar como curiosidade, comentando sobre a doença e relacionando-a com o cientista, criador de um dos Modelos Atômicos. Mesmo que não tenha sido possível aprofundar na explicação do Daltonismo, o professor deu abertura para que os alunos pudessem procurar ou pesquisar posteriormente, caso tivessem interesse.

Na terceira aula, os estudantes (grupo 3) apresentaram o Modelo Atômico de Thomson. A turma da manhã o apresentou oralmente, por meio da leitura de um papel que continha as informações da pesquisa realizada, sem fazer nenhuma outra associação. Além disso, não levaram nenhuma representação para o Modelo Atômico em questão.

Enquanto a outra turma, do turno da tarde, levou um vídeo<sup>4</sup> que tratava do mesmo modelo, mas o fez estabelecendo uma relação com a Eletricidade. Após a exibição do vídeo, os estudantes fizeram uma discussão explicando “*muito bem*”, na visão do professor, o modelo proposto por Thomson.

Como representação do modelo de Thomson, o grupo utilizou uma melancia que o professor achou muito interessante, visto que estamos acostumados com a representação do pudim de passas (uma realidade fora do nosso contexto), mas ainda muito presente em sala de aula, já que “a ideia de átomo distancia-se do mundo real do aluno, e para realidades impossíveis de serem vistas, é necessário criar modelos” (FRANÇA; MARCONDES; CARMO, 2009, p.275). Assim como em todos os modelos, o docente apresentou as limitações e fez reflexões sobre a diferença de uma analogia com a realidade.

O professor trouxe, em uma das entrevistas, a surpresa com a representação desse grupo:

*Eu acho que foi interessante a aplicação e acho que o envolvimento deles acaba sendo um pouquinho maior [...] eles trouxeram uma melancia como representação e eu não esperava. Eu nunca tinha visto em livros ou em, é... materiais esse tipo de relação. Isso quer dizer que eles estudaram o modelo, tentaram entender para conseguirem chegar nessa relação, eles tiveram que estudar. E até por isso a explicação deles também foi boa porque houve um maior envolvimento ali (Entrevista 10).*

Após a apresentação dos estudantes, como de costume, o professor fez indagações sobre o entendimento do que havia sido apresentado e no quadro de giz fez a revisão do modelo anterior, de Dalton. Isso foi feito para chamar atenção para a diferença em relação à ausência e presença de cargas nos respectivos modelos e, assim, pôde iniciar questionamentos sobre atração e repulsão.

Em determinado momento foi possível voltar a discussão sobre um filósofo já apresentado na primeira aula, Tales de Mileto, que teve como seu principal experimento aquele relacionado a Eletricidade, a atração/repulsão da lã e do âmbar. Para que isso ficasse mais evidente, o docente fez um experimento com o atrito de uma caneta (parte plástica) em seu cabelo e a aproximou de pedaços de papel para que os estudantes pudessem perceber a atração gerada.

---

<sup>4</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XZh7deOYJVs>



Segundo o docente, a apresentação dos Modelos Atômicos acaba sendo muito teórica e trazer experimentações para a sala de aula ajuda tanto a despertar o interesse dos estudantes durante as explicações, quanto na participação, pois, normalmente, surgem diferentes perguntas sobre o que está sendo abordado.

O desenvolvimento de atividades experimentais considera o questionar, o perguntar sobre o ser, o fazer, o conhecer sobre o mundo. Para perguntar, faz-se necessária a leitura sobre o objeto ou fenômeno questionado e a consideração de entendimentos diferentes sobre ele, provoca a desacomodação, a busca, o movimento da argumentação (LUCA; SANTOS, 2016, p.346).

Além disso, a experimentação também pode ajudar a fazer relações entre tópicos de diferentes disciplinas, como foi o caso da introdução da Eletricidade por meio do experimento feito pelo professor. Assim, com a parte prática finalizada, o docente retomou a aula com explicações sobre as cargas, perpassando pelo momento histórico, quando também abordou questões sobre Eletricidade para chegar no ponto em que o modelo atômico de Thomson foi deixado e outro surgiu, trazendo respostas para as perguntas que o modelo anterior não foi capaz de responder.

Por meio dos planos de aula do professor, percebemos que o planejamento seguiria um certo padrão, com a apresentação dos estudantes e posterior explicação e complementação por parte do professor. Também seria feito algum tipo de apresentação caso houvesse necessidade de alguma introdução por parte do docente.

Outro ponto importante a salientar é que mesmo quando os estudantes fazem as apresentações sobre o tema da aula, o professor deve retomar e explicar de forma a usar termos corretos e dar a oportunidade de outros estudantes entenderem, caso ainda não tenha ficado claro. Uma aluna na roda de conversa colocou que *“ele (professor) faz pergunta o tempo todo aqui na sala. [...] ele explica de várias formas até a gente entender”* (Aluna 5). Por isso, segundo Bulgraen (2010, p.31),

[...] o professor deve se colocar como ponte entre o estudante e o conhecimento para que, dessa forma, o aluno aprenda a “pensar” e a questionar por si mesmo e não mais receba passivamente as informações como se fosse um depósito do educador.

Assim, mesmo que algum grupo tenha feito uma participação avaliada como satisfatória, o professor, sendo o mediador, fez perguntas e iniciou discussões para se certificar e garantir uma abordagem, considerada adequada, do conteúdo.

Posteriormente, para chegar no modelo atômico a ser estudado e apresentado pelo grupo 4, o professor iniciou na quarta aula as explicações sobre o tubo de Crookes e raios catódicos, ainda relacionados ao Modelo Atômico de Thomson. Por se tratar de um assunto ainda não estudado pelos estudantes, a aula se estendeu um pouco, indo além dos conteúdos previstos no planejamento indicado pelos planos de aula, precisando, por isso, continuar na aula seguinte.

Assim, a quarta aula teve início com a explicação sobre Eletricidade, sem relação com Modelos Atômicos, a princípio. O professor buscou explorar o conhecimento prévio dos estudantes sobre o assunto, visto que na Física, o assunto só seria apresentado na terceira série do Ensino Médio. Entretanto, a BNCC traz a seguinte habilidade de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio:

Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos (BRASIL, 2018, p.555).

Portanto, o docente tentou trazer questões sobre as diferentes formas de energia – cinética e potencial - para tratar, por exemplo, da força da água em usinas hidrelétricas e a geração de energia elétrica para o funcionamento de aparelhos eletrodomésticos. Nesta aula, a dificuldade para tratar o tema – resistores e geradores - foi adentrar em conceitos específicos da disciplina que não é da área de formação do professor. A dificuldade se acentuou porque os tópicos abordados ainda não tinham sido estudados pela turma.

Mas na entrevista feita com o docente, percebemos que um bom planejamento ajudou no diálogo da Química com outra disciplina:

*Acho que o planejamento é como se fosse pra qualquer aula só que você tem que fazer, pesquisar outros temas, ter algumas ideias que, às vezes, não são comuns das nossas aulas tradicionais, vamos dizer assim. Como é uma coisa, assim, que não é comum, não é rotineira nossa, gasta-se um pouquinho mais de tempo (Entrevista 10).*

Já para um dos estudantes da turma da tarde, as aulas foram melhores pois *“participamos, foi descontraída e passou mais rápido”* (Roda de conversa – Aluno 4). Percebemos que são percepções diferentes sobre o tempo, porém, que convergem nas contribuições das aulas interdisciplinares para a aprendizagem.

A partir do que foi sendo falado, o professor foi colocando no quadro e explicando conceitos como o de corrente elétrica, que adentra no entendimento dos elétrons. Assim, foi possível associar essa abordagem com o Modelo Atômico iniciado na aula anterior, o de Thomson, além de complementar com a apresentação sobre resistores e geradores.

Após a quarta aula de Química voltada para os ensinamentos sobre Eletricidade em diálogo com a Física, a quinta aula seguiu com a apresentação do quarto grupo sobre Rutherford. O grupo 4, da turma da manhã, fez sua apresentação na forma de slides, falando da época em que o modelo começou a ser estudado, sobre o cientista, e mostrando imagens do experimento feito com as folhas de ouro e o Modelo Atômico proposto. Contudo, o grupo não levou nenhum modelo representativo.

O grupo 4, da tarde, também não levou um modelo representativo, fazendo sua apresentação através de um vídeo<sup>5</sup> sobre o Modelo Atômico de Rutherford. Após a exibição, os estudantes explicaram o modelo, sem fazer qualquer tipo de relação com outras disciplinas ou fenômenos. Assim, o professor prosseguiu a aula com perguntas sobre o que foi apresentado para que os estudantes pudessem expor o que entenderam até aquele momento. O docente introduziu questões, complementando a fala do grupo, apresentando os estudos de Rontgen (raios X) e Becquerel (sobre o elemento químico Urânio), sendo também possível abordar os estudos de Marie Curie.

A compreensão da Ciência como um processo de construção humana é importante principalmente nesse tópico estudado, os Modelos Atômicos, para mostrar que um determinado modelo não tem todas as respostas e são construídos por pessoas. Assim, os estudos avançam e um cientista complementa a pesquisa de outro. Dessa forma, os Modelos Atômicos foram apresentados em uma sequência,

---

<sup>5</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Rz2QCYU-pWg>

de modo que os alunos percebessem que a Ciência avança com o tempo e por razões estabelecidas, como destaca Barros (2012, p.14):

[...] aspectos importantes como a não neutralidade do conhecimento científico, os interesses econômicos e políticos, além de valorizar a ciência como já foi dito: *uma construção humana*, mostrando não apenas os aspectos positivos, mas também os equívocos de modo que os estudantes percebam que a ciência não é algo inatingível (Grifo do autor).

O quinto e último grupo, da manhã, apresentou sua pesquisa na sexta aula, levando a apresentação em slides, explicando o Modelo Atômico de Bohr, e mostrando as diferenças em relação ao anterior, o de Rutherford. Assim, os estudantes citaram os níveis de energia e as cores relacionadas a energia emitida pelos elétrons durante uma mudança de nível. Como representação do modelo, em um pedaço de papelão, desenharam as órbitas do átomo com caneta hidrocor e utilizaram bolas de Natal para representarem os elétrons.

Já o grupo da segunda turma – tarde - apresentou também em slides, mostrando o modelo de Bohr, falando um pouco sobre níveis de energia, sobre as cores, comprimentos de onda, espectro de cores, fogos de artifício e o teste chama. Com isso fizeram um experimento por iniciativa própria e sem o apoio do professor, em sala de aula: o teste de chama como representação para o modelo, utilizando alguns sais – cloreto de sódio e sulfato de cobre – disponíveis na escola, para mostrar as cores relacionadas a eles.

Sobre esse último grupo o professor acrescentou que

*[...] tinha alunos animados com a apresentação do trabalho, queria que chegasse o dia do trabalho para mostrar o modelo deles, pra trazer mais informações pra turma, eu acho que isso é o que a gente quer né, dentro da aula (Entrevista 10).*

E completou:

*Como era uma abordagem interdisciplinar, cada grupo teve um contexto diferente. Um contexto de Filosofia, um contexto de eletricidade, o outro o contexto da revolução, é, o outro teve o contexto das cores, das mudanças de cores, como a gente enxerga as cores. Então, são pontos diferentes, que não é comum você falar na aula de Química. Então, eles se deparando com outras*

*informações eu acho que isso dá mais interesse pra eles (Entrevista 10).*

Para relembrar o último modelo apresentado e completar as informações não dadas pelo grupo, o professor, utilizando o quadro e estimulando a participação dos estudantes, fez questionamentos sobre algumas limitações apresentadas pelo modelo de Rutherford, como por exemplo, a explicação do porquê a eletrosfera do átomo não entrar em colapso com o núcleo.

A partir das hipóteses levantadas pelos estudantes, o docente discutiu as cores: como as percebemos e o espectro, abordando os comprimentos de onda, desde os raios gama até as ondas de rádio e o espectro visível. Como o número quântico principal já havia sido abordado em sala de aula no bimestre anterior, o professor explicou o modelo de Bohr a partir da quantização de energia, associando as cores com as mudanças nos níveis de energia dos elétrons.

Questionado sobre como foi planejar essa sequência didática interdisciplinar, o docente respondeu que percebeu a necessidade de uma pesquisa, tanto para identificar o que poderia ser relacionado com o conteúdo da aula, e que fosse um conceito específico de outras disciplinas, quanto para conseguir desenvolver o tema de forma clara, para que os alunos não tivessem dúvidas. O docente apontou também a necessidade de um pouco mais de tempo para a elaboração do planejamento, como mostra o trecho da entrevista a seguir:

*[...] mas depois que você começa, eu acho que fica até mais interessante. Porque dentro da sua própria pesquisa você vai tendo outras ideias e isso é o que deveria a gente tentar fazer mais vezes, mas acho que a nossa rotina sempre cai naquele negócio do tempo (Entrevista 10).*

A falta de tempo é algo percebido nas falas de diversos professores que se propõem a tentar elaborar aulas interdisciplinares e, até mesmo como um motivo para não tentar, como mostra o trabalho de Silva (2011, p.601):

Nas passagens das falas dos professores, em resposta a entrevistas estruturadas, podemos observar a ausência de tempo dos professores do ensino básico para realizarem pesquisa que possam auxiliá-los no trabalho interdisciplinar diferenciado que pretendem realizar.

Entretanto, apesar dos desafios, o professor percebeu a melhoria no momento de ministrar o conteúdo nessas aulas, com a abordagem interdisciplinar, resultado esse importante, visto que o próprio professor elencou tal tópico – Modelos Atômicos - como de difícil planejamento e aplicação.

*Como a gente monta com um pouco mais de cuidado assim, com mais tempo, explorando mais temas, eu acho que fica mais fácil de você tentar, trazer o aluno pra aula e... às vezes, fica um pouco mais interessante, porque a gente, às vezes, encontra alguma coisa diferente, até mesmo para nós professores. Então, a gente vai pesquisar mais aquilo, a gente se ambienta mais, a gente aprofunda mais e quando chega em sala pra passar isso para os alunos, acho que fica mais interessante. Eu acho que o professor, ele fica com mais bagagem dentro de sala e isso, às vezes, facilita porque ele pode fazer várias abordagens e trazer mais alunos para sua aula. Então, acho que isso é melhor também do que, às vezes, numa aula tradicional. A maioria dos alunos não está nem aí ou ficam mais dispersos e você fica com mais dificuldade de [...] fazer uma aula interessante para eles. E isso é ruim para o professor porque se o aluno não está acompanhando se o aluno não está interessado acaba que desestimula. Às vezes, o próprio professor, e isso acarreta em um aprendizado ruim daquela matéria, aí depois você vai se perguntando se a culpa é sua, se é do aluno, o que que faltou (Entrevista 10).*

Logo, apesar da dificuldade em planejar aulas de cunho interdisciplinar, principalmente em tópicos como o de Modelos Atômicos, a pesquisa para essa elaboração auxiliou no aprendizado do próprio professor, além de ter ajudado na sua prática docente. Também se tornou importante à medida que deixou o professor mais seguro e mais reflexivo sobre todo o conteúdo abordado durante as aulas, visto que os estudantes participaram mais, se interessaram mais e questionaram mais, facilitando o aprendizado e favorecendo os momentos de questionamentos para que as dúvidas sejam sanadas. Segundo ele:

*O interessante, às vezes, é que você pega os alunos que estão mais interessados ou eles acabam se interessando no meio das pesquisas, aí você vê que vale a pena, eles é... se identificando um pouquinho mais com a matéria ou tirando dúvidas, perguntando como que faz, coisas que, às vezes, eles não fariam se fosse uma aula expositiva normal (Entrevista 10).*

Ele também ressaltou:

*Mesmo que tenha, às vezes, muitos temas, mais coisas superficiais, acho que eles depararam com mais conceitos e como a gente discutiu mais, trabalhou mais, mostrou um pouquinho mais profundo cada tema, acho que para aprendizagem com certeza foi melhor (Entrevista 10).*

Essa fala vai ao encontro da citação de Matos (2015, p.35): “a prática docente vai se concretizando a partir desse conhecimento recíproco, entre docente e discente, em que a curiosidade de um possibilita o outro a aprender”. Assim, percebemos que essa sequência didática interdisciplinar auxiliou em muitos momentos em sala de aula e ajudou o professor a cumprir com aquilo que ele almeja com seus estudantes: participação, interesse e conhecimentos relacionados a outras disciplinas.

#### 4.5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR SOBRE POTENCIAL HIDROGENIÔNICO - pH

A última sequência didática interdisciplinar planejada e elaborada, foi aplicada no 4º bimestre de 2019, sendo o conteúdo escolhido o Potencial Hidrogeniônico (pH), que apareceu na análise das provas e no questionário dos estudantes, assim como na entrevista com o professor (Entrevista 4). Contudo, a análise da sequência se baseou apenas na avaliação do docente, pois não foi possível realizar uma segunda roda de conversa com os estudantes.

As categorias criadas a partir das entrevistas com o doente estão apresentadas no quadro abaixo (Quadro 12).

Quadro 12 - Categorias criadas através da entrevista semiestruturada com o professor após a aplicação da sequência didática interdisciplinar sobre pH.

<p><b>Tempo</b></p>	<p><i>Tudo que a escola tinha de diferente, marcava para a sexta-feira, dia das minhas aulas nas turmas, aí já atrapalhava. E usar outras disciplinas é.. outras áreas já sai um pouco do currículo, <b>gasta mais tempo</b>. Atrapalhou muito nessa aplicação.</i></p> <p><i>O tempo que temos para cumprir o nosso currículo, às vezes fica <b>curto, corrido</b>, a escola tem vários contratempos e falar da disciplina do outro, aprofundar mesmo, fica mais difícil ainda.</i></p>
	<p><i>[...] foi muito legal, porque eu até tinha pensado, na questão de trabalhar solo, mas pensei no experimento</i></p>

<p><b>Contextualização/interação com outra disciplina</b></p>	<p><i>que queria propor na última aula. E aí <b>os alunos falarem sobre isso</b> logo na primeira aula sobre o assunto é.. foi uma surpresa boa.</i></p> <p><i>Foi bacana porque já era a última sequência com eles né.. e eu senti que a fala do solo foi <b>além do conhecimento deles</b>. Eles pensaram na questão do <b>cotidiano</b>, e acabaram inserindo <b>outra área</b> de forma natural.</i></p>
<p><b>Falta material didático</b></p>	<p><i>Até procurei nos <b>livros</b> e achei que ia encontrar mais coisas de solo, mas acabei <b>não encontrando</b>. <b>Falta material</b>, falta tempo, tudo dificulta. Achei que seria algo interessante de trabalhar com os meninos, principalmente da tarde e infelizmente acabou não sendo possível.</i></p>
<p><b>Interdisciplinaridade de forma natural</b></p>	<p><i>E é algo né, matemático, então <b>naturalmente</b> a interdisciplinaridade aparece né, e pensando assim, a gente <b>nem percebe</b>.</i></p>
<p><b>Insegurança</b></p>	<p><i>É estranho ensinar uma coisa que não é.. que você não estudou pra isso. Mesmo sabendo sobre o assunto, aquela <b>segurança</b> de ser uma coisa que você formou, que sempre trabalhou, você <b>não tem</b>. E como já é um assunto complicado, logaritmo todo mundo tem já um pezinho atrás, já é um conteúdo difícil mesmo. Isso traz mais ainda <b>insegurança</b>.</i></p>
<p><b>Maior participação</b></p>	<p><i>[...] sempre tento né, fazer experimento com eles, porque a <b>participação</b> é muito boa quando eles é.. tem um contato mais direto com o conteúdo.</i></p>
<p><b>Planejamento</b></p>	<p><i><b>Estudar</b> mais, já <b>separar</b> as aulas que vamos precisar, tentar inserir essa parte com eles. É importante ir né, pra outras áreas.</i></p>

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

O 4º e último bimestre nas escolas teve poucas aulas, tendo em vista as avaliações bimestrais, as avaliações finais e as reuniões de conselhos de classe. O professor, para aplicar a sequência didática interdisciplinar, solicitou algumas aulas de outros docentes. E como o currículo tinha que ser cumprido, não foi possível adentrar em diferentes disciplinas e fazer várias ligações que seriam necessárias entre as diferentes disciplinas, devido ao tempo disponível para os estudos de conceitos de outras áreas, assim como para o planejamento de aulas diferentes das que foram propostas.



A presença dos alunos diminuiu em relação ao restante do ano, pois além do abandono daqueles que já se consideraram reprovados e daqueles que já estavam aprovados, o calendário do Estado de Minas Gerais, que teve início e término após o calendário do município, atrapalhou os estudantes do turno da tarde, que eram de zona rural e que utilizavam o transporte do município.

O ano de 2019 também contou com duas particularidades: as fortes chuvas no fim do 2º semestre, o que tornava o ônibus sem condições de levar os estudantes da zona rural para a escola; e o encerramento de um projeto feito durante todo o ano, normalmente às sextas-feiras, dia da aula do professor de Química, em parceria com o município, sobre análise da água da cidade, que acabou por envolver as escolas.

*Tudo que a escola tinha de diferente, marcava para a sexta-feira, dia das minhas aulas nas turmas né, aí já atrapalhava. E usar outras disciplinas é.. outras áreas né, já sai um pouco do currículo, gasta mais tempo. Atrapalhou muito nessa aplicação (Entrevista 11).*

Em relação ao abandono das aulas pelos que são considerados reprovados, acreditamos que o uso de sequências didáticas interdisciplinares poderia ser benéfico, já que podem auxiliar no entendimento da Química por parte dos estudantes. Segundo Soares et al. (2015, p.769):

Para os alunos que apresentam dificuldade geral nas disciplinas, o risco de abandono é maior. Isso pode ser uma indicação de que parte dos alunos que abandonam apresentam uma dificuldade geral, isto é, uma dificuldade de acompanhar todas as disciplinas em seu conjunto, mais do que em uma ou em um subconjunto delas.

Assim, na sequência didática interdisciplinar foi possível abordar a concentração de íons  $H^+$  em solução, que é um conceito abstrato e que envolve a função logarítmica. Vidigal (2014), com a sua experiência no magistério, pôde perceber que “a maioria dos alunos apresentava dificuldades na compreensão do conceito de logaritmo, isto é, os alunos não entendiam o seu significado e sua utilidade” (p.12). E ele ainda vai além quando afirma que essa dificuldade está relacionada ao uso de propriedades das potências, o que exige ainda mais um trabalho da Matemática para conseguir sanar as dificuldades logarítmicas.

Por isso, o professor entendeu ser uma boa oportunidade de associação da Química com o cotidiano e com a Matemática. Contudo, segundo Jesus (2018, p.1):

O ensino de logaritmos e função logarítmica passa por certos desafios, assim como outros conteúdos matemáticos, de proporcionar aos alunos a construção de real significado destes assuntos. Mesmo sendo um tópico que possui aplicações em diversos campos do conhecimento, como Matemática Financeira, Química, Biologia, etc, sua aprendizagem ainda não ocorre de maneira totalmente satisfatória.

Dessa forma, o professor dividiu a sequência didática interdisciplinar em quatro aulas (ANEXOS M, N, O e P). A primeira aula foi dedicada às teorias ácido-base – teoria de Arrhenius, de Lewis e de Bronsted-Lowry -, visto que o professor já havia iniciado a apresentação dessas duas funções inorgânicas. Inclusive, questões sobre ácidos de Arrhenius foram as de maior índice de erros na análise das provas bimestrais, no ano do levantamento das dificuldades. *“Foi bom né, que acabou que o assunto da sequência deu oportunidade de trabalhar é.. abordar “Arrhenius”, que teve maior erro nas provas”* (Entrevista 11).

Com a introdução sobre a existência de íons  $H^+$  em soluções ácidas de acordo com a teoria citada anteriormente, foi possível iniciar o tópico pH, perguntando aos estudantes se já haviam ouvido algo relacionado a ele, como em rótulo de alimentos. O objetivo do professor era inserir os estudantes na discussão e fazer com que participassem, chamando atenção para alguns rótulos de água mineral que possuem tal informação. Essa é uma prática bastante utilizada, como vemos nos trabalhos de Alves e Barbosa (2016), Maia et al. (2017), Soethe e Luca (2018) e Costa, Del Pino e Azevedo (2019).

Assumindo-se essa perspectiva de construção do saber, é possível que, por meio da análise de rótulos e a consequente interpretação das informações tecnocientíficas registradas nas embalagens, o estudante, em parceria com o professor e colegas de classe, aprenda conceitos aceitos pela comunidade científica, em uma perspectiva prazerosa e significativa (ROCHA, 2015, p.16).

Porém, as discussões adentraram em outro ponto que, a priori, não havia sido pensado para esse momento: o pH do solo. Em sua entrevista, o professor colocou que

*[...] foi muito legal né.. porque eu até tinha pensado né, na questão de trabalhar solo, mas pensei no experimento que queria propor na última aula. E aí né, os alunos falarem sobre isso logo na primeira aula sobre o assunto é.. foi uma surpresa boa (Entrevista 11).*

Durante o planejamento da sequência didática interdisciplinar, o professor pensou em relacionar o pH do solo com a Geografia e realizar, inclusive, um experimento sobre análise do pH de diferentes solos da região. Como os alunos da tarde são de zona rural, que é uma área bem extensa na cidade, existem vários vilarejos e o docente imaginou pedir uma amostra de cada um desses locais, visto que a altitude pode influenciar, bem como a localidade, se é de encosta ou não.

Por se tratar de solo, conteúdo ensinado na Geografia, o professor imaginou ser um meio de fazer a relação com a Química, mas os livros didáticos abordam pouco sobre o conteúdo solos e o que é trabalhado não tem relação com o pH (LUCCI; BRANCO; MENDONÇA, 2016; VIEIRA et al., 2016; SILVA; OLIC; LOZANO, 2016). Isso não foi observado nem nos livros de Geografia, nem nos de Química.

Em um trabalho sobre a análise de 14 livros didáticos de Geografia em relação ao conteúdo “solos”, Souza, Furrier e Lavor (2021, p.5) afirmam que

No caso particular dos livros didáticos de Geografia da 1ª Série do Ensino Médio adquiridos pelo PNLD, no que tange aos conteúdos direcionados ao ensino das temáticas físico-naturais, observou-se que um total de 40% a 70% do conteúdo total é destinado a essas temáticas, sendo que, **no estudo sobre os solos, a abordagem é realizada majoritariamente de forma muito sucinta e, em alguns casos, inexistente** (Grifo da pesquisadora).

Outros autores também trazem essa preocupação sobre a pouca abordagem do assunto no Ensino Médio, como é o caso de Sousa e Matos (2012), Keil e Santos (2015), Alves, Fonseca e Ferentz (2020), e Salomão, Ribon e Souza (2020). Assim, novamente a falta de material didático para pesquisa é um entrave, e o professor afirmou:

*[...] até procurei né, nos livros e achei que ia encontrar mais coisas de solo, mas acabei não encontrando. O professor de Geografia né, que é mais próximo é.. foi muito solícito né.. conversou, tentou ajudar, mas né.. falta material, falta tempo, tudo dificulta. Achei que seria algo interessante de trabalhar com os meninos, principalmente da tarde e infelizmente acabou não sendo possível (Entrevista 11).*

Porém, toda a preparação levaria um certo tempo que, pelo número de aulas reduzido acabou comprometendo o planejamento. Sobre isso, o professor disse em uma das entrevistas: *“o tempo que temos para cumprir o nosso currículo, às vezes né, fica curto, corrido, a escola tem vários contratempos né.. e falar da disciplina do outro, aprofundar mesmo, fica mais difícil ainda”* (Entrevista 11).

Assim, na continuação da primeira aula, os estudantes da turma da tarde – residentes na zona rural – falaram da experiência com as plantações e sobre utilizar calcário para corrigir o solo. O docente ainda completou dizendo que na turma da manhã, os estudantes não haviam falado sobre isso, o que chamou a atenção para o fato de realmente existir realidades diferentes entre as turmas.

Por isso, na turma do turno da manhã, o professor retomou e abordou o assunto, considerando que

*[...] foi bacana porque já era a última sequência com eles né.. e eu senti que a fala do solo é... foi além do conhecimento deles. Eles pensaram na questão do cotidiano, e acabaram inserindo outra área de forma natural né* (Entrevista 11).

Quanto a naturalidade citada na fala do professor, no trabalho de Fernandes (2017), uma das professoras participantes a relaciona com a interdisciplinaridade, colocando-a como algo inerente nas aulas de Ciências e, portanto, *“acontece quando um professor, ao abordar um determinado conteúdo, apoia-se em conceitos de diferentes disciplinas para explicar o assunto”* (FERNANDES, 2017, p.53). Nesse sentido, Suero (1986, p.18) acredita que a *“interdisciplinaridade sugere um conjunto de relações entre disciplinas abertas sempre a novas relações que se vai descobrindo”*.

Para terminar a primeira aula o docente prosseguiu com o assunto pH, iniciando com o conceito a partir das teorias abordadas no início da aula e mostrando a expressão para o cálculo dessa medida, que ficaria para a aula seguinte, quando explicaria sobre as funções e o gráfico de logaritmo. A BNCC traz nas habilidades de Matemática do Ensino Médio a relação entre potência (expressões exponenciais) e o logaritmo, bem como a parte de leitura de gráficos:

Analisar e estabelecer relações, com ou sem apoio de tecnologias digitais, entre as representações de funções exponencial e logarítmica expressas em tabelas e em plano cartesiano, para

identificar as características fundamentais (domínio, imagem, crescimento) de cada função (BRASIL, 2018, p.539).

Para saber o que trabalhar e como abordar o logaritmo, o docente participante dessa pesquisa procurou o professor de Matemática das turmas de primeira série da escola e foi informado que a função logarítmica é trabalhada no fim do ano e, normalmente, o gráfico não é abordado por ele.

Logo, para planejar a segunda aula, ele considerou que os estudantes ainda não tinham estudado tal assunto e o iniciou, não como uma revisão, mas ensinando-o. Há uma habilidade de Matemática do Ensino Médio citada pela BNCC sobre essa relação do logaritmo com o pH:

Resolver e elaborar problemas com funções logarítmicas nos quais seja necessário compreender e interpretar a variação das grandezas envolvidas, em contextos como os de abalos sísmicos, pH, radioatividade, Matemática Financeira, entre outros (BRASIL, 2018, p.536).

Assim, na segunda aula, o professor retomou a definição, o conceito e colocou novamente a expressão para o cálculo do pH. Apresentou, em paralelo, para iniciar o diálogo com a Matemática, a função  $\log_{ab} = x$ . Os exemplos utilizados para a resolução desses cálculos estão nos planos de aula (ANEXO N), e são valores tabelados que dependem da base do logaritmo.

Dessa forma, ele deu a explicação sobre o conteúdo apresentando algumas propriedades operatórias como logaritmo de um produto e logaritmo de uma potência, sendo essas as mais utilizadas nos cálculos de pH. Para isso, também foi necessário relembrar potenciação, por exemplo, como escrever números na forma de potência, que é uma dificuldade dos estudantes, como já citado quando nos referimos ao trabalho de Vidigal (2014), nesse mesmo subcapítulo, tendo sido também citado pelo docente, que afirmou ser algo sempre lembrado por ele com as turmas, mesmo em séries seguintes. Segundo ele:

*Realmente é algo que a gente vê que eles têm dificuldade né. Sempre que precisa de notação científica, que usa potência, cálculo com número em potência, tem que voltar nessa parte. E é algo né, matemático, então naturalmente a interdisciplinaridade aparece né, e pensando assim, a gente nem percebe (Entrevista 11).*

Já para a abordagem da Química, o docente colocou alguns valores de concentrações de íons  $H^+$  para usar como exemplo e fazer a relação com o conteúdo norteador da sequência didática interdisciplinar - o Potencial Hidrogeniônico (pH). É comum que valores dessa concentração tenham números na forma de potência, sendo importante a abordagem feita anteriormente.

Na entrevista, o professor colocou que a Matemática foi a mais difícil para ser entendida pelos estudantes, o que parece ter sido para ele também:

*É estranho ensinar uma coisa né, que não é.. que você não estudou pra isso. Mesmo sabendo sobre o assunto, aquela segurança né, de ser uma coisa que você formou, que sempre trabalhou né, você não tem. E como já é um assunto complicado né, logaritmo todo mundo tem já um pezinho atrás, já é um conteúdo difícil mesmo. Isso traz mais ainda insegurança (Entrevista 11).*

Questionado sobre a dificuldade ter sido maior ou igual a outros conteúdos abordados nas sequências anteriores, o docente assumiu que quando há outras disciplinas envolvidas: *“a gente fica meio inseguro. Mas tem coisas, leitura de gráfico, história, que a gente né, associa melhor, é mais prático, não sei. Logaritmos e a parte de eletricidade, eu acho né, mais difícil já, tem que ler bastante, estudar mesmo”* (Entrevista 11).

Ainda que exista um planejamento, pesquisa e estudo, conseguir ajudar os estudantes com um tópico que não seja da formação inicial do professor pode se tornar um obstáculo quando vários outros pontos precisam ser retomados. Por isso, segundo Augusto e Caldeira (2016 p.150), uma dificuldade que precisa ser superada é “[...] a falta de uma cultura geral da maioria dos docentes, que geralmente desconhecem o conteúdo de outras disciplinas, já que as universidades oferecem uma formação muito específica”.

Mesmo sabendo dessas limitações o docente prosseguiu com a aula e, com as propriedades logarítmicas e alguns cálculos utilizados como exemplo, apresentou a faixa de pH questionando aos estudantes se já haviam visto ou se sabiam o significado daqueles valores. Segundo ele, até mesmo os estudantes que mencionaram anteriormente sobre a correção do solo não entendiam o que isso significava, o que os valores representavam, sendo esta, uma oportunidade para realizar um diálogo entre a Química, os cálculos matemáticos e o cotidiano deles (Entrevista 11).

Para iniciar o tópico que ele iria abordar na última aula a partir de um experimento, o docente terminou a segunda, sugerindo aos estudantes que pesquisassem sobre o pH de alguns alimentos ou produtos utilizados em casa. Esses valores seriam utilizados na aula seguinte para dar continuidade à escala apresentada na presente aula.

Dessa forma, na terceira aula o docente retomou a pesquisa feita pelos próprios estudantes, para iniciar uma discussão. A pesquisa é uma prática importante

[...] a fim de adquirir conhecimento e formar indivíduos transformadores é preciso, também, que o professor adote métodos que incentive os discentes ao hábito da pesquisa. Ensinar por meio da pesquisa desperta nos aprendizes o espírito investigativo e inovador (SANTA-ANNA, 2018, p.62).

Os estudantes apresentaram os valores de pH que haviam pesquisado (refrigerante, leite, água, limão, dentre outros), em sua maioria, ácidos, com pH abaixo de sete. Isso deu abertura para que o professor retomasse a escala explicando os valores considerados de caráter ácido e os considerados de caráter básico. Então, o docente falou um pouco sobre produtos básicos no nosso cotidiano, como por exemplo, os materiais de limpeza e higiene pessoal. *“É interessante como os ácidos já são mais conhecidos do que as bases, eles têm ideia de que ácido é perigoso, e não escutaram nada sobre bases”* (Entrevista 11).

Além disso, o docente também fez a discussão de alguns processos em que a faixa de pH é importante, como em processos biológicos, para melhor atuação das enzimas e fazer também a relação com o crescimento de bactérias; pH ótimo de algumas reações químicas; indústrias alimentícias, de bebidas e de cosméticos que também levam em consideração o valor do pH; e a influência no solo, no desenvolvimento de vegetação, agricultura (plantio) e animais. Toda essa parte foi abordada no intuito de associar o pH com diferentes disciplinas, como Biologia e Geografia, com potencial para outras discussões em uma outra oportunidade de aplicação da sequência didática.

Pela experiência adquirida durante a docência em anos anteriores, o docente decidiu abordar as concentrações de íons hidroxila, pois é algo que é retomado em outros momentos na disciplina de Química e pouco explorado quando se trata de pH, pois se acaba enfatizando apenas os íons  $H^+$ . Dessa forma, ele fez ainda uma

relação com as teorias ácido-base, explicando também o pOH. Na segunda série do Ensino Médio, na parte de Equilíbrio Químico, a auto-ionização da água é trabalhada, bem como o seu valor de constante de equilíbrio e a relação entre pH e pOH. Dessa forma, o docente já inseriu essa relação, sendo um passo para a série seguinte.

Dando continuidade à Matemática e para terminar a aula, ele abordou os gráficos de funções logarítmicas, lembrando as leituras dos gráficos de funções e de Mudança de Estado de Agregação trabalhadas no 1º bimestre (subcapítulo 4.5) e indo ao encontro das habilidades propostas pela BNCC na parte da Matemática, como trazido anteriormente.

A última aula foi destinada ao experimento utilizando o suco de repolho roxo como indicador ácido-base, que foi realizado no laboratório da escola. Ele afirmou: *“sempre tento né, fazer experimento com eles, porque a participação é muito boa quando eles é.. tem um contato mais direto com o conteúdo”* (Entrevista 11).

Além disso, afirmou ser uma forma rápida e fácil de avaliar oralmente alguns estudantes, que normalmente apresentam dificuldade em avaliações escritas, por exemplo. Segundo Apfelgrün (2014, p.14): “Dentro das atividades experimentais simples o professor pode avaliar o aluno de algumas formas e isso dependerá de qual tipo de experimentação ele está realizando”.

Como o professor sempre utilizou essa prática nas suas aulas, levando materiais presentes no dia a dia, ele havia pensado em diversificar com amostras de solo. Porém, com os desafios já citados no início desse subcapítulo, essa diversificação não foi possível.

Para a realização do experimento, as turmas foram organizadas em grupos e cada um deles recebeu um dos materiais: ácido sulfúrico, refrigerante de limão, suco de limão, vinagre, água, leite, detergente, sabonete branco, pasta de dente branca, bicarbonato de sódio, amônia e água sanitária. Cada grupo deveria colocar em um béquer o próprio material ou uma solução aquosa dele, no caso dos que precisavam ser dissolvidos para melhor visualização das cores quando em presença do indicador ácido-base. Lima e Silva (2020, p.8) comentam que utilizar um experimento

[...] contribui para os alunos vincularem os conhecimentos teóricos e práticos de maneira ativa, observando, questionando, discutindo a partir das informações apresentadas em sala de aula, com olhar aberto, mas sem ser de forma abstrata, e sim compreensiva.



Antes de cada grupo acrescentar o suco de repolho roxo no material recebido, o docente questionou sobre o caráter – ácido ou básico - de cada solução. Muitos deles já haviam sido pesquisados pelos estudantes na segunda aula, facilitando as discussões. Depois de acrescentarem o indicador ácido-base em cada material, o professor começou uma discussão sobre os padrões de cores que os estudantes enxergavam. Algumas soluções assumiram coloração vermelha, outras, rosa e assim, foi possível chegar no ponto de que as soluções com cores semelhantes tinham a mesma característica.

Dessa forma, foi entregue a cada grupo um papel com a escala de cores obtidas pelo suco de repolho roxo, associando a um valor de pH, para que os discentes pudessem identificar se se tratava de um material ácido ou básico.

Conforme as contribuições de Silva et al. (2018, p.110):

O uso de corantes naturais retirados de algumas plantas apresenta potencial como indicadores de pH e podem ser utilizados como recurso didático alternativo nas técnicas experimentais em escolas de ensino médio.

Tentando agregar todo o conteúdo visto nessa sequência didática interdisciplinar, o professor solicitou que cada grupo calculasse aproximadamente a quantidade de íons  $H^+$  que estariam presentes nas soluções, através dos valores de pH identificados na tabela de cores. Além disso, também colocou algumas reações de neutralização ácido-base no quadro do laboratório para que os discentes pudessem identificar qual era a espécie que representava o ácido, a base e a teoria estudada, considerando apenas exemplos de ácidos inorgânicos. Essa foi uma tentativa de retomar cada teoria estudada para perceber se havia ficado alguma dúvida.

Mas, depois da experimentação, os estudantes ficaram agitados e não participaram tanto da proposta feita posteriormente. Para o professor:

*Eles sempre querem né, vir pro laboratório, participar, ver coisas diferentes né.. mas quando é algo que muda de cor, que é.. chama muito a atenção deles por ser diferente, eles se agitam, conversam alto, querem misturar né, tudo, pra ver é.. se muda de cor de novo. E eu sempre coloco em béqueres, pra chamar mais ainda a atenção das cores, pra ficar uma quantidade boa de todo mundo poder visualizar (Entrevista 11).*

O docente acrescenta que são: *“coisas da adolescência, acredito, mas que né, acaba atrapalhando um pouco o depois, a conclusão”* (Entrevista 11). Questionado se esse comportamento dos estudantes é um fator que desanima e que faz com que ele repense a utilização de experimentos, o docente garantiu que não, que entendia ser algo que tira da rotina, porque não era muito comum e que era normal que ficassem mais dispersos depois do experimento. Um dos pontos que ele citou como solução foi programar o tempo do experimento para que terminasse no fim da aula e as discussões sobre a relação com outro conteúdo ou com o que foi visto, sejam feitas na aula seguinte.

Sobre a sequência didática interdisciplinar como um todo, o professor disse que percebeu o empenho dos estudantes em entender a Matemática, participando das aulas. *“Acho que eles acostumaram né, que durante o ano, a gente foi fazendo relações né.. então, eles sabiam que ia ser importante para entender o que viria depois, da própria Química”* (Entrevista 11). Assumiu também ter sido uma sequência de muitos aprendizados importantes, tanto para ele, quanto para a turma e que: *“numa próxima né, oportunidade de fazer a sequência, vou programar pra atividade com o solo. Estudar mais, já separar as aulas que vamos precisar, tentar inserir essa parte com eles. É importante ir né, pra outras áreas.”* (Entrevista 11).

Dessa forma, percebemos que são muitas as possibilidades de interligar conteúdos de diferentes disciplinas, mas isso passa a ser uma dificuldade a partir do momento que o professor tem que cumprir o currículo ou quando os outros conteúdos são muito distantes da área de formação do docente. Entretanto, isso não pode ser utilizado como um fator para não tentar inserir práticas interdisciplinares nas aulas, pois o pouco que se consegue, pode auxiliar no entendimento e na aprendizagem dos estudantes.

Além disso, a prática docente também pode receber benefícios a partir do momento que o professor tem que estudar e procurar fazer diferentes relações, auxiliando até mesmo no seu conhecimento tanto da disciplina, quanto outros conteúdos das diferentes áreas. Aproximar as áreas pode contribuir para gerar um ensino menos fragmentado.

## 5 CONCLUSÕES

Sabemos que no âmbito escolar a mobilização das diferentes áreas do conhecimento ainda é difícil de ser percebida, pois os currículos continuam organizados em disciplinas que parecem não ter qualquer relação entre elas e a fragmentação do conhecimento ainda é algo muito forte nas escolas. Porém, a interdisciplinaridade, mesmo que pouco explorada em sala de aula, vem sendo cada vez mais discutida e continua sendo sugerida em documentos oficiais, como a BNCC.

Seu papel é importante em qualquer âmbito, principalmente no que tange os currículos utilizados pelas instituições educacionais, pois ela permite uma reorganização para que possa haver a interação entre as disciplinas, as áreas e até mesmo o dia a dia do estudante, podendo levar em consideração questões ambientais, sociais, políticas etc. Para os ambientes como a sala de aula, a interdisciplinaridade contribui para uma melhor prática docente, para um melhor aprendizado, maior interesse e participação dos estudantes.

Diante das muitas dificuldades encontradas por discentes da primeira série do Ensino Médio para o entendimento dos conteúdos de Química; e pelo professor em abordar determinados assuntos, é que a aplicação de sequências didáticas que utilizem diferentes metodologias e que envolvam a interdisciplinaridade se tornam um potencial para auxiliar o ensino e o aprendizado.

Nesse sentido, buscar entender melhor como aplicar essa prática em sala de aula é algo que os professores deveriam ter condições de fazer. Muitos são os trabalhos contribuindo com a interdisciplinaridade, trazendo conceitos, definições e ideias. Entretanto, a realidade que encontramos é a de pesquisas que ainda se mantêm distantes das salas de aula, sendo voltadas a um público que não está inserido nas escolas e que, portanto, não consomem esse tipo de publicação.

Muitos dos obstáculos para a inserção de relações e interações entre as disciplinas está na falta de tempo dos professores que se desdobram em vários turnos e escolas para receber um salário digno. Por esse motivo, não encontram tempo para estudar, se atualizar e buscar entender melhor diferentes práticas que podem ser utilizadas em sala de aula, visto que muitas vezes não têm acesso a discussões desse tipo durante a formação inicial, sendo a interdisciplinaridade um grande exemplo.

Vimos nesse trabalho que com estudos, pesquisas e um bom planejamento, a interdisciplinaridade pode se tornar mais presente nos ambientes escolares, além de contribuir para a segurança na abordagem dos conteúdos por parte do mediador, melhorando também sua prática docente. Ademais, a participação, o interesse, a motivação e o aprendizado são ampliados quando é possível inserir diferentes áreas, alcançando uma maior diversidade de estudantes.

Porém, além da distância que ainda existe entre o conceito de interdisciplinaridade e sua prática, temos outros obstáculos para a sua inserção em sala de aula de forma mais frequente. A falta de tempo, tanto para um bom planejamento - que envolva o estudo mais a fundo do que se pretende trabalhar, gerando segurança para o docente -, quanto para o cumprimento do conteúdo que se almeja ensinar interdisciplinarmente, é o fator que mais aparece nas entrevistas do professor sujeito desta pesquisa como um entrave.

A carência de materiais didáticos ou de fácil acesso, que tragam ideias, exemplos práticos ou conteúdos explicitamente relacionados com diferentes disciplinas e a falta de experiência e conhecimento sobre interdisciplinaridade do docente envolvido, também são obstáculos percebidos durante essa pesquisa. Mesmo com a escassez de possibilidades de onde buscar por relações entre diferentes conteúdos, o professor procurou auxílio com colegas de outras disciplinas para tentar atrelar os assuntos com diferentes áreas do conhecimento. Porém, essa troca, mesmo que benéfica no sentido de clarear ideias para as aulas, esbarram novamente na questão do tempo, pois acaba exigindo uma demanda ainda maior do professor, que muitas vezes se sente impossibilitado e acaba trabalhando com as abordagens tradicionais e de costume.

Ainda que os percalços sejam relevantes e que tendam a induzir o docente para um caminho mais fácil, mantendo a fragmentação e as disciplinas de forma desconectadas, percebemos que houve um esforço do participante dessa pesquisa. Ele envolveu na proposta e se dedicou da melhor forma encontrada para a elaboração das sequências didáticas, consideradas por ele como interdisciplinares, e que apresentou como conteúdo principal aqueles selecionados pelo levantamento – Gráficos de Mudança de Estado de Agregação, Modelos Atômicos, Geometria Molecular e pH.

Os bons comentários dos estudantes, tanto em seus Diários de Bordo, quanto na Roda de Conversa, revelam que as aulas contribuíram para momentos mais

prazerosos, interessantes e de maior aprendizado, tanto por parte dos discentes, quanto na prática do professor, que encontrou formas diversas de trabalhar os assuntos considerados como de difícil abordagem em sala de aula. O planejamento foi um grande aliado, pois foi no momento de pensar as aulas, que o professor pesquisou, estudou, visualizou possibilidades e foi encontrando segurança para aquilo que anteriormente era visto com incertezas e medos durante a prática pedagógica.

Dessa forma, diante dos resultados obtidos e discutidos, para nós, essa pesquisa foi de grande importância. A prática docente do professor pôde ser aprimorada na questão interdisciplinar, mostrando caminhos que podem ser trilhados para outros momentos e outros assuntos, além de ter como produto quatro sequências didáticas interdisciplinares consideradas por ele como totalmente viáveis de serem reaplicadas, com poucas modificações, caso necessário. Além disso, os benefícios para os estudantes alcançaram o mesmo nível de satisfação, segundo o professor, que conseguiu perceber o interesse e o envolvimento maior por parte dos discentes nessas aulas interdisciplinares que, anteriormente, não acontecia.

Como perspectiva, esperamos que esse trabalho contribua com outros docentes que apresentam o mesmo tipo de dificuldade, tanto na questão de como abordar tais conteúdos de uma forma menos expositiva e com mais envolvimento dos estudantes, quanto no sentido de encontrar um material que auxilie nas ideias e em uma forma prática de inserir a interdisciplinaridade em sala de aula.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, G.C. **A timidez no contexto escolar**: um olhar sobre esta característica da personalidade humana na escola. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Três Cachoeiras, 2010.

ALVES, A.A.R.; BARBOSA, E. A utilização de rótulos e embalagens como abordagem didática para o ensino de conteúdos de Química no Ensino Médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis. **Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química**, Florianópolis: ENEQ, 2016.

ALVES, P.R.D.; FONSECA, M.N.; FERENTZ, L.M.S. O ensino de solos na matéria de Geografia com abordagem em Educação Ambiental: projeto solos do meu bairro. **Revista de Geografia**, Recife, v. 37, n. 3, p. 201-220, ago. 2020.

ANDRÉ, M. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? **Revista FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, jul./dez. 2013.

AMORIM, N.R.; SOUZA, M.A.V.F.; TERRA, V.R.; LEITE, S.Q.M. Calorias e saúde: uma proposta de sequência didática no Ensino de Química. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, Ponta Grossa, 3, 2012. **Anais do III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, SINECT, Ponta Grossa, 2012, p. 1-10.

APFELGRÜN, C. **Avaliação do uso de atividades experimentais simples no ensino de Ciências**. Trabalho de Conclusão de Curso como requisito parcial (Especialização em Ensino de Ciências), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

AUGUSTO, T.G.S.; CALDEIRA, A.M.A. Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de Ciências da Natureza. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 1, p. 139-154, mar. 2007.

ÁVILA, L.A.B.; MATOS, D.V.; THIELE, A.L.P.; RAMOS, M.G. A interdisciplinaridade na escola: dificuldades e desafios no ensino de Ciências e Matemática. **Revista Signos**, Lajeado, v. 38, n. 1, p. 9-23, 2017.

AZEVEDO, E.M. **A produção e o uso de um aplicativo como recurso tecnológico educacional no Ensino de Química**. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) – Instituto de Química e Biotecnologia, Universidade Federal do Alagoas, Maceió, 2019.

BARBOZA, A.K.A. **A (inter) relação da Matemática e a Química: uma visão pontual de alunos do 1º ano do Ensino Médio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em ensino de ciências e matemática para séries finais), Universidade Federal da Integração Latino-Americana, 2016.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2016.

BARROS, R.L.S. **As Leis de Kepler em livros didáticos de Física: a Ciência enquanto construção humana**. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

BARTHOLO, T.L.; COSTA, M. Turnos e segregação escolar: discutindo as desigualdades intraescolares. **Cadernos de pesquisa**, São Luís, v. 44, n. 153, p. 670-692, jul./set. 2014.

BERBAUM, L.C.M.; MALDANER, O.A. Estratégias de ensino do conteúdo Tabela Periódica e sua relação com a aprendizagem conceitual em aulas de Química. In: JORNADA DE EXTENSÃO, 17, 2016, Ijuí. **Anais da XVII Jornada de Extensão**, Ijuí, 2016, p. 1-5.

BERNARDELLI, M.S. **Encantar para ensinar – procedimento didático alternativo para o ensino de Química**. Cornélio Procópio: UENP, 2021.

BRASIL, C.L. **Experimentação e simulação computacional no ensino de Estados Físicos da Matéria e Transições de Fase na Educação Básica**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências, Fundação Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2016.

BRASIL. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional**, Lei nº 4024, 20 de dezembro de 1961. Brasília: Senado Federal, 1961.

BRASIL. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional**, Lei nº 5692, 11 de agosto de 1971. Brasília: Senado Federal, 1971.

BRASIL. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional**, Lei nº 9394, 1996. Brasília: Senado Federal, 1996.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais/ Secretaria de Educação Fundamental**. – Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior e para a formação continuada/ Ministério da Educação**. Brasília: MEC, CNE, 2015.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/SEB, 2018.

BROWN, T.L.; LEMAY, E.; BURSTEN, B.E. **Química, a ciência central**. 9. ed. 1ª reimpressão. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2007.

BULGRAEN, V.C. O papel do professor e sua mediação nos processos de elaboração do conhecimento. **Revista Conteúdo**, Capivari, v. 1, n. 4, p. 30-38, ago./dez. 2010.

CAMARGO, L.C.; ASQUEL, S.S.; OLIVEIRA, B.R.M. Problematizando o ensino de Modelos Atômicos: estudo das representações e o uso de um jogo didático. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 197-213, set./dez. 2018.

CARLESSO, J.P.; TOLENTINO-NETO, L.C.B. As contribuições de um planejamento interdisciplinar com temáticas de Ciências no desempenho de alunos com dificuldades de aprendizagem. **Contexto & Educação**, Ijuí, v. 33, n. 104, p. 129-150, jan./abr. 2018.

CARLOS, P.R.O. **Uma análise do desempenho dos estudantes no Exame Nacional do Ensino Médio e as contribuições para o ensino-aprendizagem de Física**. 2016. Dissertação (Mestrado profissional) - Programa de Pós-Graduação em Física, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, 2016.

CARMO, J.R. **O Conceito de Categorização: um estudo com base na literatura da área da Ciência da Informação**. 2018. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2018.

CARNEIRO, R.S.; LIMA, B.G.T.; WIRZBICKI, S.M. Motivação em sala de aula: quais fatores interferem nos processos de ensino e aprendizagem? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, 2017, Florianópolis. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis: ENPEC, 2017, p. 1-10.

CHAVES, S.N. Por que Ensinar Ciências Para as Novas Gerações? Uma Questão Central Para a Formação Docente. **Contexto & Educação**, Ijuí, v. 22, n. 77, p. 11-24, jan./jun. 2007.

CONCORD CONSORTIUM. Disponível em <http://mw.concord.org/modeler/>. Acesso em 02 fev 2021.

CORREIA, P.R.M.; DONNER Jr, J.W.A.; INFANTE-MALACHIAS, M.E. Mapeamento Conceitual como Estratégia para Romper Fronteiras Disciplinares: A Isomeria nos Sistemas Biológicos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 14, n. 3, p.483-495, 2008.

COSTA, M.M.; DEL PINO, J.C.; AZEVEDO, R.O.M. “Leia e entenda os rótulos e embalagens”: sistematização de estudo utilizando roteiro de aprendizagem. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 12, 2019, Natal. **Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Natal: ENPEC, 2019, p. 1-10.

COSTA, M.R.; GUIMARÃES, E.S.; ROCHA, S.M.O. Sobre a infrequência de alunos no Ensino Médio numa escola pública estadual do Maranhão. **Ensino & Multidisciplinaridade**, São Luís, v. 1, n. 2, p. 122-137, jul./dez. 2015.



CRUZ, C.P.S.C.; ALFAYA, R.V.S. Modelos moleculares: construção e utilização no ensino de Ligação Covalente e Estrutura Molecular. **Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE**, 2013. Curitiba: SEED/PR., 2013. v 1. (Cadernos PDE). Disponível em:

[http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2013/2013\\_fafipa\\_ped\\_artigo\\_maria\\_lucia\\_dos\\_santos.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_fafipa_ped_artigo_maria_lucia_dos_santos.pdf).

CRUZ, W.L. O lúdico no ensino de Química: jogo didático para abordagem de distribuição eletrônica no Ensino Médio. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 10, 2012, Teresina. **Anais do X Simpósio Brasileiro de Educação Química**, Teresina: SIMPEQUI, 2012, p. 1-3.

DEMO, P. **Conhecimento moderno: sobre ética e intervenção do conhecimento**. 3 ed. Petrópolis: Vozes, 1997.

DIAS, E.F. **Distribuição Eletrônica dinâmica, um recurso didático contribuindo para aprendizagem de Química no Ensino Médio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química), Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

DOS SANTOS, G.; DE AZAMBUJA MARASCHIN, A.; ANSELMO FUNARI, C.; MARQUES MARTINS, M. Geometria Molecular: Modelo Didático Para o Ensino de Química. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 8, n. 1, 2016.

EINSTEIN, A. Geometria e Experiência. **Scientiæ zudia**, v. 3, n. 4, p. 665-675, 2005. Recuperado em 21 de outubro, 2020, de <https://www.scielo.br/pdf/ss/v3n4/a08v3n4.pdf>.

FARIA, B.A.; BONOMO, F.A.F.; RODRIGUES, A.C.C.; VARGAS, G.N.; SILVA, J.P.B.; OLIVEIRA, M.S.G.; BENITE, C.R.M. Ensino de Química para deficientes visuais numa perspectiva inclusiva: estudos sobre o ensino da distribuição eletrônica e identificação dos elementos químicos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, 2017, Florianópolis. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis: ENPEC, 2017, p. 1-12.

FAZENDA, I.C.A. (Org.). **Práticas Interdisciplinares na Escola**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 1999.

FAZENDA, I.C.A. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 15. ed. Campinas: Papyrus, 2008.

FERNANDES, A.L.A. **A prática interdisciplinar de professoras de ciências do ensino fundamental ciclo II**. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, 2017.

FERREIRA, C.A.M.; LORENZETTI, L. **Contribuições de uma sequência didática para a promoção de uma educação ambiental crítico transformadora**. In:

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE, 2016. Curitiba: SEED/PR., 2016. v 1. (Cadernos PDE). Disponível em: [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospede/pdebusca/producoes\\_pde/2016/2016\\_artigo\\_cien UFPR\\_charlesalbertmoisesferreira.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospede/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_artigo_cien UFPR_charlesalbertmoisesferreira.pdf). Acesso em 21/03/19. ISBN 978-85-8015-093-3.

FERREIRA, V.F. A química é sempre boa [editorial]. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n 2, p. 255, mar. 2007.

FERREIRA, A.B.H. O minidicionário da língua portuguesa. 4. ed. Revista e ampliada do Minidicionário Aurélio. Editora Nova Fronteira, 2002.

FIRME, R.N.; AMARAL, E.M.R.; BARBOSA, R.M.N. Análise de uma sequência didática sobre pilhas e baterias: uma abordagem CTS em sala de aula de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, Curitiba, 14, 2008. **Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química**, ENEQ, Curitiba, 2008, p. 1-12.

FRANÇA, A.C.G.; MARCONDES, M.E.R.; CARMO, M.P. Estrutura Atômica e formação dos íons: uma análise das ideias dos alunos do 3º ano do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 274-282, nov. 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. 25 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

FREITAS, A.C.O. **Utilização de recursos visuais e audiovisuais como estratégia no ensino de Biologia**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Estadual do Ceará, Beberibe, 2013.

GARCIA, J. A Interdisciplinaridade Segundo os PCNs. **Revista de Educação Pública**, Cuiabá, v. 17, n. 35, p. 363-378, set./dez. 2008.

GIL, E.S.; GARCIA, E.Y.A.; LINO, F.M.A.; GIL, J.L.V. Estratégias de ensino e motivação de estudantes no Ensino Superior. **Vita et Sanitas**, Trindade, n. 6, p. 57-81, jan./dez. 2012.

HAGEN, V.; MIRANDA, L.C.; MOTA, M. M. P. E. Consciência morfológica: um panorama da produção científica em línguas alfabéticas. **Psicologia: Teoria e Prática**, v. 12, n. 3, p. 135-148, 2010.

HARTMANN, A.M.; ZIMMERMANN, E. O trabalho interdisciplinar no Ensino Médio: A reaproximação das “duas culturas”. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 1-16, mai./ago. 2007.

HARTWIG, D. R.; DOMINGUES, S. F. Equilíbrio entre os pontos qualitativos e quantitativos no ensino de química. **Química Nova**, São Paulo, v. 8, n. 2, p.116-119, abr. 1985.

HOUAISS, A. (Org.). **Dicionário Houaiss Conciso**. São Paulo: Moderna, 2011.

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

JESUS, A.C.N. Análise das dificuldades de alunos de uma turma de primeiro ano do Ensino Médio em Função Logarítmica. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Applied and Computational Mathematics**, v. 6, n. 1, 2018.

JOHNSTONE, A.H. The Development of Chemistry Teaching, *The Forum*, v. 70, n. 9, 1993.

JOHNSTONE, A.H. Teaching of Chemistry – Logical or Psychological? **Chemistry Education: Research And Practice In Europe**, United Kingdom, v. 1, n. 1, p. 9-15, jan. 2000.

KAVALEK, D.S.; SOUZA, D.O.; DEL PINO, J.C.; RIBEIRO, M.A.P. Filosofia e História da Química para educadores em Química. **História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces**, v. 12, p. 1-13, 2015.

KEIL, S.S.; SANTOS, A. Pedologia na escola: o estudo de Solos como recurso em Educação Ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35, 2015, Natal. **Anais do XXXV Congresso Brasileiro De Ciência Do Solo**, Natal: SBCS, 2015, p. 1-4.

KRAISIG, A.R.; AMARAL, L.R.; COPETTI, D.; PAZINATO, M.S.; BRAIBANTE, M.E.F.; CALDERAN, A.P. Abordagem dos conceitos de átomo, molécula e elemento químico através de uma atividade de modelagem desenvolvida pelo PIBID-Química/UFMS. In: ENCONTROS DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 33, 2013, Ijuí. **Anais do XXXIII Encontros de Debates sobre o Ensino de Química**, Ijuí: EDEQ, 2013, p.1-8.

KRASILCHIK, M.C. **São Paulo em perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, p.85-93, jan./mar. 2000.

KRUSSE, E.A.N.; BOER, A.V.; CACERES, H.U.L.; LISSNER, J.B.; CHAVES, T.D.; FERRARI, E.K. Transporte escolar: importância e dificuldades. **Revista da 14ª Jornada da Pós-Graduação e Pesquisa – CONGREGA**, p. 378-389, 2017.

LABARCA, M.; BEJARANO, N.; EICHLER, M.L. Química e Filosofia: rumo a uma frutífera colaboração. **Química Nova**, v. 36, n. 8, p. 1256-1266, 2013.

LAGO, W.L.A.; ARAÚJO, J.M.; SILVA, L.B. Interdisciplinaridade e ensino de Ciências: perspectivas e aspirações atuais do ensino. **Saberes**, Natal, v. 1, n. 11, p. 52-63, 2015.

LEITE, F.T. **Metodologia Científica: métodos e técnicas de pesquisa: monografias, dissertações, teses e livros**. 3. ed. Aparecida: Ideias & Letras, 2015.

LESSA, E.; LINK, G.; JÚNIOR, J.; LOI, M.; SANTOS, S.; MONTENEGRO, L.; SILVEIRA, Z.; SANTOS, A.J.; YAMASAKI, A. A importância da contextualização para a aprendizagem significativa do tema pH. In: ENCONTROS DE DEBATES

SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 33, 2013, Ijuí. **Anais do XXXIII Encontros de Debates sobre o Ensino de Química**, Ijuí: EDEQ, 2013, p. 1-8.

LIBERATO, P.A. **Avaliação da aprendizagem no ensino de Química: práticas e concepções sob a perspectiva docente**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

LIMA, A.B. **Sequência didática para o ensino de Química Orgânica utilizando o tema plantas**. 2016. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava, 2016.

LIMA, D.F. A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de Física Moderna no Ensino Médio. **Revista Triângulo**, Uberaba, v. 11, n. 1, p. 151-162, jan./abr. 2018.

LIMA, J.O.G.; LEITE, L.R. Novas Estratégias Didáticas para um Ensino de Química mais Significativo. In: DIDÁTICA E A PRÁTICA DE ENSINO NA RELAÇÃO COM A FORMAÇÃO DE PROFESSORES, Fortaleza, 17, 2014. **Trabalhos apresentados no XVII ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino**, Fortaleza: EdUECE, 2014.

LIMA, M.S.; QUEIROZ, S.L. Letramento gráfico: perspectivas presentes nos PCNEM e ações no ensino de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 300-313, ago. 2019.

LIMA, R.F.; SILVA, O.G. O papel da experimentação como instrumento didático auxiliador na aprendizagem de Química: um olhar dos alunos. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 7, 2020, Maceió. **Anais do VII Congresso Nacional de Educação**, Maceió: Conedu, 2020, p. 1-12.

LISBOA, J.C.F.; BRUNI, A.T.; NERY, A.L.P.; LIEGEL, R.M.; AOKI, V.L.M. **Ser Protagonista: química, 1º ano: ensino médio**. 3 ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

LOCATELLI, S.W.; ARROIO, A. Dificuldades na Transição entre os Níveis Simbólico e Submicro – Repensar o Macro pode Auxiliar a Compreender Reações Químicas? In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EM DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 10, 2017, Sevilla. **Anais do X Congresso Internacional Sobre Investigación Em Didáctica De Las Ciencias**, Sevilla, 2017, p.4239-4244.

LUCA, K.G.; SANTOS, S.A. A experimentação contextualizada e interdisciplinar como promotora da escrita e da leitura na construção de conceitos científicos. In: COLÓQUIO LUSO-BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO, 2, 2016, Joinville. **Anais do II Colóquio Luso-Brasileiro de Educação**, Joinville: COLBEDUCA, 2016, p.344-355.

LUCCI, E.A.; BRANCO, A.L.; MENDONÇA, C. **Território e sociedade no mundo globalizado**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Pedagógica e Universitária, 2018.

MADURO, E.J.G.; HESS, L.F.S.; ROMANO, M. Bebidas alcoólicas: uma abordagem de conceitos e experimentos. Sequência didática. Minicurso da disciplina de Metodologia do Ensino de Química, USP. 2017.

MAIA, A.F.; SILVA, L.D.; TAROUCO, A.R.; OLIVA, I.V.; BIERHALZ, C.D.K. Barrinhas de cereais: explorando os rótulos no ensino de Ciências. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 9, 2017, Santana do Livramento. **Anais do 9º Salão Internacional De Ensino, Pesquisa E Extensão**, Santana do Livramento: SIEPE, 2017, p. 1-6.

MARTINS, M.G.; FREITAS, G.F.G.; VASCONCELOS, P.H.M. A dificuldade dos alunos na visualização de moléculas em três dimensões no ensino de Geometria Molecular. **Conexões Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 3, p. 45-53, 2020.

MARTINS, M.N.P.; CARVALHO, C.F. O ensino de gráficos estatísticos nos anos iniciais. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, n. 2, p. 247-264, 2018.

MATOS, M.S.P.B. **Narrativa profissional: a curiosidade na produção de conhecimento em sala de aula**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015.

MELO, M.S. **A transição entre os níveis - macroscópico, submicroscópico e representacional: uma proposta metodológica**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

NASCIMENTO, M.G.S.; BARBOSA, M.A.; BARBOZA, R.J.O.; VIANA, K.L.S.; NASCIMENTO, A.M.S. O Químidominó: uma proposta de jogo didático de distribuição eletrônica de Linus Pauling para os alunos do 1º ano do Ensino Médio. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS LICENCIATURAS, 6, 2019, Recife. **Anais do VI Congresso Internacional das Licenciaturas**, Recife: COINTER – PDVL, 2019, p. 1-6.

NICOLA, J.A.; PANIZ, C.M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de ciências e biologia. **InFor - Inovação e Formação - Revista do Núcleo de Educação a Distância da Unesp**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2016.

OLIVEIRA, C.L.; SILVA, L.T. Discussão e técnicas de ensino em grupo: ferramentas de aprendizagem no ensino do Direito. **Revista Eletrônica Direito e Política**, Itajaí, v. 10, n. 4, p. 2187-2208, 2015. ISSN 1980-7791.

PAIK, S.H. Understanding the Relationship Among Arrhenius, Brønsted-Lowry, and Lewis Theories. **Journal of Chemical Education**, v. 92, n. 9, p. 1484-1489, 2015.

PANNUNZIO, M.I.M.; RIZOLLI, M.; STORI, N.; SANCHEZ, P.S. O diário de bordo como instrumento de aprendizagem e avaliação no processo de educação pela arte.

In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 57, 2005, Fortaleza. **Anais da 57ª Reunião anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**, Fortaleza: SBPC, 2005, p. 1-2.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M.L.; BARON, M.P.; FINCK, N.T.L.; DOROCINSKI, S.I. Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel. **Revista PEC**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37-42, jul. 2001/ jul. 2002.

PEREIRA, C.; CARDOSO, A.P.; ROCHA, J. O trabalho de grupo como fator potenciador da integração curricular no 1º ciclo do Ensino Básico. **Saber & Educar**, n. 20, p. 224-233, 2015.

PEREIRA, C.S.; REZENDE, D.B. Representações sociais da Química: como um grupo de estudantes da educação de jovens e adultos significa o termo “química”? **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 369-374, nov. 2016.

PEREIRA, J.E. Formando a interpretação de gráficos cartesianos por meio da teoria da assimilação de Galperin. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12, 2016, São Paulo. **Anais do XII Encontro Nacional de Educação Matemática**, São Paulo: ENEM, 2016, p. 1-12.

PEREZ, O.C. O que é interdisciplinaridade? Definições mais comuns em artigos científicos brasileiros. **INTERSEÇÕES**, Rio de Janeiro, v. 20 n. 2, p. 454-472, dez. 2018.

PERUZZO, F.M.; CANTO, E.L. **Química na abordagem do cotidiano**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2006.

PIERSON, A.H.C.; FREITAS, D.; VILLANI, A.; FRANZONI, M. Uma experiência interdisciplinar na formação inicial de professores. **Interacções**, Santarém, v. 4, n. 9, p. 113-128, 2008.

PIERSON, A.H.C.; NEVES, M.R. Interdisciplinaridade da formação de professores de Ciências: conhecendo obstáculos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p. 120-131, mai./ago. 2001.

PINHEIRO, B.C.S.; BELLAS, R.R.D.; SANTOS, L.M. Teorias ácido-base: aspectos históricos e suas implicações pedagógicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis. **Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química**, Florianópolis: ENEQ, 2016, p. 1-11.

PINTO, A.C. Aprender a aprender o quê? Conteúdos e estratégias. **Psicologia, Educação e Cultura**, v. 2, n. 1, p. 1-14, 1998.

PIRES, R.O.; ABREU, T.C.; MESSEDER, J.C. Proposta de ensino de química com uma abordagem contextualizada através da história da ciência. **Ciência em Tela**, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2010.

QUADROS, A.L.; SILVA, D.C.; ANDRADE, F.P.; ALEME, H.G.; OLIVEIRA, S.R.; SILVA, G.F. Ensinar e aprender Química: a percepção dos professores do Ensino Médio. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 40, p. 159-176, jun. 2011.

RAUPP, D.; SERRANO, A.; MOREIRA, M.A. Desenvolvendo habilidades visuoespaciais: Uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica em Química. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 4, n. 1, p. 65-78, mar. 2009.

REZENDE, M.A.; PEREIRA, L.L.S. A abordagem do conceito de ácidos e bases a partir de uma aula com enfoque experimental e contextualizada. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis. **Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química**, Florianópolis: ENEQ, 2016, p. 1-11.

ROCHA, J.S.; VASCONCELOS, T.C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis. **Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química**, Florianópolis: ENEQ, 2016, p. 1-10.

ROCHA, T.N.S. **Análise de rótulos no ensino de Ciências: possibilidades e desafios**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Letramentos e Práticas Interdisciplinares), Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

RODRIGUES, J.C.; FREITAS FILHO, J.R.; FREITAS, Q.P.S.B; FREITAS, L.P.S.R. Elaboração e aplicação de uma sequência didática sobre a Química dos cosméticos. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 13, n. 1, p. 211-224, abr. 2018.

SÁ, M.B.Z.; CEDRAN, J.C.; PIAI, D. Modelo de integração em sala de aula: drogas como mote da interdisciplinaridade. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 18, n. 3, p. 613-621, 2012.

SALESSE, A.M.T. **A experimentação no ensino de Química: importância das aulas práticas no processo de ensino e aprendizagem**. Monografia como requisito parcial (Especialista) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012.

SALOMÃO, V.L.N.; RIBON, A.A.; SOUZA, I.C. O ensino de solos na Educação Básica: estudo de caso de duas escolas da rede privada do município de Palmeiras de Goiás-GO. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Jandaia-GO, v. 17, n. 34, p. 355-368, 2020.

SANJUAN, M.E.C.; SANTOS, C.V. Uma proposta didática para a elaboração do pensamento químico sobre elemento químico, átomos, moléculas e substâncias. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 5, n. 1, p. 7-20, mar. 2010.

SANTA ANNA, J. O ensino pela pesquisa: interlocuções com Paulo Freire na docência em biblioteconomia. **Investigación Bibliotecológica**, México, v. 32, n. 77, out./dez 2018.

SANTOS, A.O.; SILVA, R.P.; ANDRADE, D.; LIMA, J.P.M. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 9, n. 7, p. 1-6, jul. 2013.

SANTOS, E.F. **Proposta metodológica para aprendizagem do conteúdo de distribuição eletrônica dos alunos da EJA**. Trabalho de Conclusão de Curso requisito parcial (Graduação e Licenciatura em Química), Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, 2019.

SANTOS, J.C. **A participação ativa e efetiva do aluno no processo ensino-aprendizagem como condição fundamental para a construção do conhecimento**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SANTOS, M.L.; PERIN, C.S.B. A importância do planejamento de ensino para o bom desempenho do professor em sala de aula. **Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE**, 2013. Curitiba: SEED/PR., 2013. v 1. (Cadernos PDE). Disponível em: [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospede/pdebusca/producoes\\_pde/2013/2013\\_fafipa\\_ped\\_artigo\\_maria\\_lucia\\_dos\\_santos.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospede/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_fafipa_ped_artigo_maria_lucia_dos_santos.pdf).

SANTOS, W.L.P.; MÓL, G. (Coord.). **Química cidadã: volume 1**. 3. ed. São Paulo: Editora AJS, 2016.

SEBATA, C.E. **Aprendendo a imaginar moléculas: uma proposta de ensino de Geometria Molecular**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SETTI, G.O.; GIBIN, G.B.; FERREIRA, L.H. Ensino de Geometria Molecular por meio do uso de modelo físico construído com materiais recicláveis e de baixo custo. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 14, n. 2, p. 542-557, ago. 2019.

SILVA, A.C.; OLIC, N.B.; LOZANO, R. **Geografia: contextos e redes**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2016.

SILVA, A.P.M. **Geometria Molecular: elaboração, aplicação e avaliação de uma sequência didática envolvendo o lúdico**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Natureza) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016.

SILVA, G.B. **O papel da motivação para a aprendizagem escolar**. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Especialização Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares), Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, 2014.

SILVA, J.C.S.; AMARAL, E.M.R. Uma Análise de Estratégias Didáticas e Padrões de Interação Presentes em Aulas sobre Equilíbrio Químico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 3, p. 985-1009, dez. 2017.



SILVA, J.M. **O ensino do conteúdo Funções na escola de Ensino Médio José Paulo de França da cidade de Mari – PB: o que dizem os professores?** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Licenciatura em Matemática), Universidade Federal da Paraíba, Mari, 2013.

SILVA, L.G.M.; FERREIRA, T.J. O papel da escola e suas demandas sociais. **Projeção e Docência**, Brasília, v. 5, n. 2, p. 6-23, dez. 2014.

SILVA, R.J.; CARVALHO-OLIVEIRA, J.C.; SAMPAIO, I.S.; ALMEIDA, C.P.M.; OLIVEIRA, A.C. O ensino de ácidos e bases a partir do indicador natural produzido com açai (*Euterpe oleracea* Mart). **Revista Extensão e Cidadania**, Vitória da Conquista, v. 5, n. 9, n. 10, p. 107-119, jan./dez. 2018.

SILVA, W.R. Construção da Interdisciplinaridade no Espaço Complexo de Ensino e Pesquisa. **Cadernos de Pesquisa**, v. 41, n. 143, p. 582-605, 2011.

SOARES, T.M.; FERNANDES, N.S.; NÓBREGA, M.C.; NICOLELLA, A.C. Fatores associados ao abandono escolar no Ensino Médio público em Minas Gerais. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 757-772, jul./set. 2015.

SOETHE, A.A.; LUCA, A.G. Problematizando o ensino de Química por meio da leitura de embalagens/rótulos: uma proposta para o segundo ano do Ensino Médio. **Educitec**, Manaus, v. 04, n. 09, p. 222-235, dez. 2018.

SOUSA, A.S. **utilização de aplicativos móveis para melhor compreensão dos assuntos de Geometria Molecular, polaridade e forças intermoleculares, no contexto de aprendizagem significativa.** Trabalho de Conclusão de Curso como requisito parcial (Graduação de Licenciatura em Química), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

SOUSA, H.F.T.; MATOS, F.S. O ensino dos solos no Ensino Médio: desafios e possibilidades na perspectiva dos docentes. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 3, n. 6, p. 71-78, jul. / dez. 2012.

SOUZA, A.M.A.; FRANÇA, C.H.A.; CHAGAS, J.A.S. Dificuldades apresentadas por alunos do ensino médio em uso de software de modelagem molecular. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 52, 2012, Recife. **Anais do LII Congresso Brasileiro de Química**, Recife: CBQ, 2012, p. 1-2.

SOUZA, A.S.; FURRIER, M.; LAVOR, L.F. Solos nos livros didáticos: contextualização e proposta de mapas didáticos. **Terræ Didática**, Campinas, v. 17, p. 1-13, 2021.

SOUZA, R.B.; OLIVEIRA, H.A. O desenvolvimento de estratégias interdisciplinares no ensino de História. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE HISTÓRIA: NOVAS EPISTEMES E NARRATIVAS CONTEMPORÂNEAS, 5, 2016, Jataí. **Anais do V Congresso Internacional de História: Novas Epistememes e Narrativas Contemporâneas**, Jataí, 2016, p. 1-17.

SOUZA, V.C.A.; JUSTI, R. e FERREIRA, P.F.M. Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Bohr: uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a partir delas. **Rev. Investigações em Ensino de ciências**, v. 2, n. 1, p. 7-28, 2006.

STADLER, J.P.; HUSSEIN, F.R.G.S. O perfil das questões de ciências naturais do novo Enem: interdisciplinaridade ou contextualização? **Ciência & Educação (Bauru)**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 391-402, abr./jun. 2017.

SUERO, J.M.C. **Inter disciplinaredaà y universidad**. Madrid: Universidad Pontificias Comillas, 1986.

THIESEN, J.S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 39, p. 545-598, set./dez. 2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA (UFJF). Conselho Setorial de Graduação. **Projeto Pedagógico do Curso de Graduação em Licenciatura em Química**. Juiz de Fora, 2017.

VALE, A.A. **Flormina: Português e Química – um projeto interdisciplinar**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química), Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

VASQUES, D.P.; LIMA, G.C. A utilização do blog em uma perspectiva interdisciplinar de ensino. In: MATTOS, F.; COSTA, C.S. (Org.). **Tecnologia na Sala de Aula em Relatos de Professores**. Volume 1. Curitiba: CRV, 2016, p. 31-47.

VIDIGAL, C.E.L. **(Re)significando o conceito de Logaritmo**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

VIEIRA, B.C.; SANTI, C.B.; JARDIM, C.H.; SAMPAIO, F.S.; SUCENA, I.S. **Ser protagonista: geografia, 1º ano: ensino médio**. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

XAVIER, A.Z. **Desafios da interdisciplinaridade na prática educacional: um estudo de caso na Escola Érico Veríssimo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Licenciatura em Ciências Sociais), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

ZAMBONI, G. **O ensino de Propriedades Periódicas através do lúdico**. Dissertação (Mestrado Profissional em Química) – Universidade Federal de São Carlos, 2013.

ZANON, L.B.; MALDANER, O.A. (Org.). **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Ed.Uniju, 2007.

**APÊNDICE A – Questionário aplicado aos estudantes no 2º bimestre para levantamento das dificuldades**

**1)** Qual o conceito/conteúdo de Química você apresentou mais dificuldade no segundo bimestre?

- Conservação de massa
- Modelo atômico de Dalton
- Modelo atômico de Thomson
- Modelo atômico de Rutherford
- Modelo atômico de Bohr
- Definição de átomo
- Definição de elemento
- Definição de molécula
- Definição de substância simples e composta
- Reação química
- Balanceamento
- Conceito de íons
- Distribuição eletrônica (Diagrama de Linus Pauling)
- Tabela Periódica – família e período
- Raio atômico
- Energia de ionização
- Afinidade eletrônica
- Ligações químicas (Covalente e Iônica)
- Eletronegatividade

**2)** Você achou algum dos tópicos de Química estudados importante? Por que?

**3)** Você identifica algum dos tópicos de Química no cotidiano? Se sim, como e onde?

**APÊNDICE B – Questionário aplicado aos estudantes no 3º bimestre para levantamento das dificuldades**

**1)** Qual o conceito/conteúdo de Química você apresentou mais dificuldade no terceiro bimestre?

- ( ) Eletronegatividade
- ( ) Diferenciar ligação iônica de ligação covalente
- ( ) Representação de Lewis
- ( ) Ligação iônica
- ( ) Ligação covalente
- ( ) Propriedades periódicas
- ( ) Geometria molecular
- ( ) Ângulos de ligações nas geometrias moleculares
- ( ) Número de elétrons e números de prótons em átomos neutros
- ( ) Identificar família do elemento pela distribuição eletrônica
- ( ) Identificar período do elemento pela distribuição eletrônica
- ( ) Como atingir a estabilidade com octeto (ganho ou perda de elétrons)

**2)** Você achou algum dos tópicos de Química estudados importante? Por que?

**3)** Você identifica algum dos tópicos de Química no cotidiano? Se sim, como e onde?

**APÊNDICE C - Questionário aplicado aos estudantes no 4º bimestre para levantamento das dificuldades**

**1)** Qual o conceito/conteúdo de Química você apresentou mais dificuldade no quarto bimestre?

- ( ) Polaridade das moléculas
- ( ) Polaridade das ligações
- ( ) Solubilidade entre as substâncias
- ( ) Conceito de pH
- ( ) Identificação de um indicador ácido-base
- ( ) Indicar se é ácido ou base de acordo com o valor do pH
- ( ) Presença de íons  $H^+$  e  $OH^-$  nas espécies ácidas e básicas, respectivamente
- ( ) Relação da concentração de  $H^+$  com o pH
- ( ) Conceito de Arrhenius para ácido e base
- ( ) Reconhecer um ácido e uma base pela fórmula
- ( ) Reações ácido-base
- ( ) Nomenclatura de sais
- ( ) Reconhecer um óxido pela fórmula

**2)** Você achou algum dos tópicos de Química estudados importante? Por que?

**3)** Você identifica algum dos tópicos de Química no cotidiano? Se sim, como e onde?

**APÊNDICE D – Entrevista semiestruturada com o professor sobre as dificuldades apresentadas por ele**

- 1)** Quais os conteúdos de cada bimestre você acha mais difícil de abordar? Por que?
- 2)** Como você normalmente trabalha esses conteúdos?
- 3)** O que você acredita ser possível para driblar essas dificuldades?

**APÊNDICE E – Entrevista semiestruturada com o professor após cada bimestre**

- 1)** Você considera que a sequência didática teve uma abordagem interdisciplinar? Por quê?
- 2)** Como foi planejar a sequência didática? Justifique.
- 3)** Que materiais você utilizou no planejamento? Eles têm abordagem interdisciplinar? Por quê (sim ou não)?
- 4)** Como foi aplicar a sequência didática junto aos alunos? Justifique.
- 5)** Você percebeu alguma diferença na dinâmica da aula quando utilizou essa sequência em relação às demais (que não utilizou)? Em que aspectos?
- 6)** E na prática pedagógica durante a aula? Em que aspectos?
- 7)** Você considera que a sequência didática auxiliou na compreensão dos conceitos considerados como difíceis pelos alunos?
- 8)** Os estudantes demonstraram maior interesse durante as aulas com a sequência didática? Que fatores você atribui a isso?
- 9)** Como você descreve o perfil da turma durante as aulas?
- 10)** A participação dos estudantes foi mais ativa? Em que sentido? Você considera a participação importante?
- 11)** Durante as outras aulas, você promove a participação dos alunos? Como?
- 12)** Você se sentiu mais próximo deles durante o desenvolvimento da sequência? Por quê?
- 13)** Você usaria novamente essa sequência didática nos próximos anos? Por que?
- 14)** Mudaria algo na sequência aplicada? O que?



## APÊNDICE F – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos Alunos



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS - CEP/UFJF

36036-900 JUIZ DE FORA - MG – BRASIL

### **TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

(Anuência do participante da pesquisa, criança, adolescente ou legalmente incapaz).

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **“Estratégias didáticas interdisciplinares: Trilhando caminhos para a construção do conhecimento de Química”**. Nesta pesquisa pretendemos **“auxiliar o professor na elaboração de estratégias didáticas interdisciplinares, de modo que estas contribuam na compreensão dos conteúdos químicos, apontados como de maior dificuldade, pelos estudantes do primeiro ano do Ensino Médio”**.

O motivo que nos leva a estudar esse assunto é **“a tentativa de minimizar as dificuldades dos estudantes e, assim, investigar se as estratégias didáticas interdisciplinares podem se tornar um caminho promissor para ajudar estudantes e professores a melhorarem o desempenho no processo de ensino e aprendizagem de química”**.

Para esta pesquisa adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s): **“1 – Levantamento e identificação dos termos que são considerados de difícil compreensão pelos estudantes nas aulas de Química. Essa identificação será feita a partir dos questionamentos dos discentes, durante a apresentação dos conteúdos e desenvolvimento de atividades nas aulas; nas avaliações bimestrais realizados pelo docente; através de entrevistas semiestruturadas com o professor; e, será colocada uma caixa de papelão, em uma das carteiras, em todas as aulas, na qual os estudantes poderão depositar os conceitos e conteúdos que tenham dificuldades, escritos em um pedaço de papel, caso não se sintam à vontade para perguntar durante as aulas; além de aplicação de um questionário junto aos discentes, para o levantamento dos termos abordados nos bimestres. 2 - Será feita a seleção dos conceitos e conteúdos mais citados em cada bimestre para a elaboração das estratégias didáticas interdisciplinares. As estratégias envolverão as diferentes áreas do conhecimento, numa abordagem interdisciplinar e serão elaboradas juntamente com o professor, de modo que seja possível apresentar a aplicação dos conceitos a partir de exemplos contextualizados, associando o nível microscópico ao macroscópico. 3 – Aplicação das estratégias didáticas interdisciplinares, em turmas do primeiro ano da mesma escola, a fim de estudar as contribuições na compreensão dos conceitos e conteúdos químicos pelos alunos e na prática docente do professor participante. Para isso, serão analisadas as aulas (acompanhadas pela doutoranda), as avaliações bimestrais**

**realizadas pelos estudantes, questionários aplicados aos alunos, após cada avaliação e entrevistas semiestruturadas feitas com o professor no final de cada bimestre”.**

Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, você tem assegurado o direito à indenização. Você será esclarecido (a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em **“risco mínimo, como o desenvolvimento das estratégias didáticas não contribua para a construção de conhecimentos sobre o conteúdo abordado.”**. A pesquisa contribuirá para **“auxiliar no entendimento e no aprendizado dos conceitos e conteúdos químicos apontados como difíceis pelos estudantes; contribuir com o processo de ensino e aprendizagem, de modo a despertar o interesse dos alunos para a Química, mostrando sua importância e a relação dessa disciplina com as outras que também fazem parte da matriz curricular; apresentar os conteúdos de Química de forma contextualizada e integrada, o que contribui para uma formação cidadã, de forma crítica e abrangente”**.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais: sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_, portador (a) do documento de Identidade \_\_\_\_\_ **(se já tiver documento)**, fui informado (a) dos objetivos da presente pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi o termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas *dúvidas*.

Juiz de Fora, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

---

Assinatura do (a) menor

---

Assinatura do (a) pesquisador (a)

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

**CEP - Comitê de Ética em Pesquisa/UFJF**

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pesquisa

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

**Ana Luisa do Amaral Fernandes**

Universidade Federal de Juiz de Fora

Departamento de Química

Programa de Pós-Graduação em Química

Rua José Kelmer, s/n. Campus Universitário – Martelos. Juiz de Fora – MG – Brasil.

CEP: 36036-900

E-mail: analuisa\_amaral@yahoo.com.br

Tel: (32) 98431-7337

## APÊNDICE G – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os Responsáveis dos Menores



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS - CEP/UFJF

36036-900 JUIZ DE FORA - MG – BRASIL

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

*(No caso do responsável pelo menor)*

O menor \_\_\_\_\_, sob sua responsabilidade, está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **“Estratégias didáticas interdisciplinares: Trilhando caminhos para a construção do conhecimento de Química”**. Nesta pesquisa, pretendemos **“auxiliar o professor na elaboração de estratégias didáticas interdisciplinares, de modo que estas contribuam na compreensão dos conteúdos químicos, apontados como de maior dificuldade, pelos estudantes do primeiro ano do Ensino Médio”**.

O motivo que nos leva a pesquisar esse assunto é **“a tentativa de minimizar as dificuldades dos estudantes e, assim, investigar se as estratégias didáticas interdisciplinares podem se tornar um caminho promissor para ajudar estudantes e professores a melhorarem o desempenho no processo de ensino e aprendizagem de química”**.

Para esta pesquisa adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s): **“1 – Levantamento e identificação dos termos que são considerados de difícil compreensão pelos estudantes nas aulas de Química. Essa identificação será feita a partir dos questionamentos dos discentes, durante a apresentação dos conteúdos e desenvolvimento de atividades nas aulas; nas avaliações bimestrais realizados pelo docente; através de entrevistas semiestruturadas com o professor; e, será colocada uma caixa de papelão, em uma das carteiras, em todas as aulas, na qual os estudantes poderão depositar os conceitos e conteúdos que tenham dificuldades, escritos em um pedaço de papel, caso não se sintam à vontade para perguntar durante as aulas; além de aplicação de um questionário junto aos discentes, para o levantamento dos termos abordados nos bimestres. 2 - Será feita a seleção dos conceitos e conteúdos mais citados em cada bimestre para a elaboração das estratégias didáticas interdisciplinares. As estratégias envolverão as diferentes áreas do conhecimento, numa abordagem interdisciplinar e serão elaboradas juntamente com o professor, de modo que seja**

possível apresentar a aplicação dos conceitos a partir de exemplos contextualizados, associando o nível microscópico ao macroscópico. **3 – Aplicação das estratégias didáticas interdisciplinares, em turmas do primeiro ano da mesma escola, a fim de estudar as contribuições na compreensão dos conceitos e conteúdos químicos pelos alunos e na prática docente do professor participante. Para isso, serão analisadas as aulas (acompanhadas pela doutoranda), as avaliações bimestrais realizadas pelos estudantes, questionários aplicados aos alunos, após cada avaliação e entrevistas semiestruturadas feitas com o professor no final de cada bimestre”.**

Para participar desta pesquisa, o menor sob sua responsabilidade não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, ele tem assegurado o direito à indenização. Ele será esclarecido (a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. O (A) Sr. (a), como responsável pelo menor, poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. A participação dele é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a) pelo pesquisador que irá tratar a identidade do menor com padrões profissionais de sigilo. O menor não será identificado em nenhuma publicação. Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em **“risco mínimo, como o desenvolvimento das estratégias didáticas não contribua para a construção de conhecimentos sobre o conteúdo abordado.”**. A pesquisa contribuirá para **“auxiliar no entendimento e no aprendizado dos conceitos e conteúdos químicos apontados como difíceis pelos estudantes; contribuir com o processo de ensino e aprendizagem, de modo a despertar o interesse dos alunos para a Química, mostrando sua importância e a relação dessa disciplina com as outras que também fazem parte da matriz curricular; apresentar os conteúdos de Química de forma contextualizada e integrada, o que contribui para uma formação cidadã, de forma crítica e abrangente”**.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do menor não será liberado sem a sua permissão. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável, por um período de 5(cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no **"no arquivo localizado Grupo de Estudos em Educação Química, na Universidade Federal de Juiz de Fora"** e a outra será fornecida ao Sr. (a).

Eu, \_\_\_\_\_, portador (a) do documento de Identidade \_\_\_\_\_, responsável pelo menor \_\_\_\_\_, fui informado (a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar a decisão do menor sob minha responsabilidade de participar, se assim o desejar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

---

Assinatura do (a) Responsável

---

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

**CEP - Comitê de Ética em Pesquisa/UFJF**

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pesquisa

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

**Ana Luisa do Amaral Fernandes**

Universidade Federal de Juiz de Fora

Departamento de Química

Programa de Pós-Graduação em Química

Rua José Kelmer, s/n. Campus Universitário – Martelos. Juiz de Fora – MG – Brasil.

CEP: 36036-900

E-mail: analuisa\_amaral@yahoo.com.br

Tel: (32) 98431-7337

## APÊNDICE H – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do Docente



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS - CEP/UFJF

36036-900 JUIZ DE FORA - MG – BRASIL

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr. (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **“Estratégias didáticas interdisciplinares: Trilhando caminhos para a construção do conhecimento de Química”**. Nesta pesquisa pretendemos **“auxiliar o professor na elaboração de estratégias didáticas interdisciplinares, de modo que estas contribuam na compreensão dos conteúdos químicos, apontados como de maior dificuldade, pelos estudantes do primeiro ano do Ensino Médio”**. O motivo que nos leva a estudar: **“a tentativa de minimizar as dificuldades dos estudantes e, assim, investigar se as estratégias didáticas interdisciplinares podem se tornar um caminho promissor para ajudar estudantes e professores a melhorarem o desempenho no processo de ensino e aprendizagem de química”**.

Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: **“1 – Levantamento e identificação dos termos que são considerados de difícil compreensão pelos estudantes nas aulas de Química. Essa identificação será feita a partir dos questionamentos dos discentes, durante a apresentação dos conteúdos e desenvolvimento de atividades nas aulas; nas avaliações bimestrais realizados pelo docente; através de entrevistas semiestruturadas com o professor; e, será colocada uma caixa de papelão, em uma das carteiras, em todas as aulas, na qual os estudantes poderão depositar os conceitos e conteúdos que tenham dificuldades, escritos em um pedaço de papel, caso não se sintam à vontade para perguntar durante as aulas; além de aplicação de um questionário junto aos discentes, para o levantamento dos termos abordados nos bimestres. 2 - Será feita a seleção dos conceitos e conteúdos mais citados em cada bimestre para a elaboração das estratégias didáticas interdisciplinares. As estratégias envolverão as diferentes áreas do conhecimento, numa abordagem interdisciplinar e serão elaboradas juntamente com o professor, de modo que seja possível apresentar a aplicação dos conceitos a partir de exemplos contextualizados, associando o nível microscópico ao macroscópico. 3 – Aplicação das estratégias didáticas interdisciplinares, em turmas do primeiro ano da mesma escola, a fim de estudar as contribuições na compreensão dos conceitos e conteúdos químicos pelos alunos e na prática docente do professor participante. Para isso, serão analisadas as aulas (acompanhadas pela doutoranda), as avaliações bimestrais realizadas pelos estudantes, questionários aplicados aos alunos, após cada avaliação e entrevistas semiestruturadas feitas com o professor no final de cada bimestre”**. Os riscos envolvidos na

pesquisa consistem em **“risco mínimo, como o desenvolvimento das estratégias didáticas não contribua para a construção de conhecimentos sobre o conteúdo abordado.”**. A pesquisa contribuirá para **“auxiliar no entendimento e no aprendizado dos conceitos e conteúdos químicos apontados como difíceis pelos estudantes; contribuir com o processo de ensino e aprendizagem, de modo a despertar o interesse dos alunos para a Química, mostrando sua importância e a relação dessa disciplina com as outras que também fazem parte da matriz curricular; apresentar os conteúdos de Química de forma contextualizada e integrada, o que contribui para uma formação cidadã, de forma crítica e abrangente”**.

Para participar deste estudo o Sr (a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o Sr.(a) tem assegurado o direito a indenização. O Sr. (a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr. (a) é atendido (a) pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão.

O (A) Sr (a) não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no **"arquivo localizado no Grupo de Estudos em Educação Química, na Universidade Federal de Juiz de Fora"** e a outra será fornecida ao Sr. (a). Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade \_\_\_\_\_ fui informado (a) dos objetivos da pesquisa **“Estratégias didáticas interdisciplinares: Trilhando caminhos para a construção do conhecimento de Química”**, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 .

---

Nome

Assinatura participante

Data



---

Nome

Assinatura pesquisador

Data

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

**CEP - Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humano-UFJF**

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pesquisa

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

**Ana Luisa do Amaral Fernandes**

Universidade Federal de Juiz de Fora

Departamento de Química

Programa de Pós-Graduação em Química

Rua José Kelmer, s/n. Campus Universitário – Martelos. Juiz de Fora – MG – Brasil.

CEP: 36036-900

E-mail: analuisa\_amaral@yahoo.com.br

Tel: (32) 984317337

**ANEXO A – Plano de aula sobre Geometria Molecular**

I. Dados de Identificação: Série: 1ª SÉRIE Duração: 50 minutos
II. Tema: - Geometria: etimologia, aplicação na história e formas geométricas 2D e 3D.
III. Objetivos:  Dos estudantes: - Compreender a origem da palavra geometria; - Compreender a utilização da geometria nas técnicas agrícolas; - Relembrar as formas geométricas e seus ângulos. Do Professor: - Apresentar a origem da palavra geometria; - Relacionar as formas geométricas às técnicas de agricultura; - Apresentar formas geométricas e seus ângulos.
IV. Conteúdo: - Geometria Molecular
V. Introdução e Desenvolvimento do tema: A aula se iniciará com a apresentação da etimologia da palavra geometria afim dos estudantes terem uma primeira noção do que será apresentado nas aulas seguintes. Assim também será possível que se faça uma relação com a parte histórica, de quando a geometria começou a ser utilizada, na parte agrícola. Essa parte será feita no quadro negro para posterior apresentação de algumas formas geométricas utilizadas em tais técnicas, inserindo a matemática na aula. Nesse momento serão lembradas outras formas geométricas em 2D que ajudarão na geometria molecular, e junto delas, seus ângulos, que também são importantes para a parte da Química. Após essa revisão, serão introduzidas as formas geométricas em 3D, dando maior atenção às que estão presentes no conteúdo a ser abordado nas próximas aulas.
VI. Recursos didáticos: - Quadro e giz.
VII. Avaliação: - Participação dos estudantes.

## ANEXO B – Plano de aula sobre Geometria Molecular

<p>I. Dados de Identificação:  Série: 1ª SÉRIE  Duração: 100 minutos</p>
<p>II. Tema:  - Geometrias moleculares</p>
<p>III. Objetivos:</p> <p>Dos estudantes:  - Compreender as geometrias moleculares linear, angular, trigonal plana, piramidal e tetraédrica.</p> <p>Do Professor:  - Introduzir as geometrias moleculares linear, angular, trigonal plana, piramidal e tetraédrica.</p>
<p>IV. Conteúdo:  - Geometria Molecular</p>
<p>V. Introdução e Desenvolvimento do tema:  A aula será proposta para iniciar o ensino de geometria molecular. Será necessária uma rápida revisão sobre ligações químicas e estrutura de Lewis, para que os estudantes cheguem em moléculas montadas e possam visualizar a geometria de cada uma. Essa revisão será feita no quadro com algumas moléculas e o passo a passo para sua montagem, contando com a participação dos estudantes, que estarão fazendo um exercício de relembrar a matéria anterior. Os estudantes serão divididos em grupos e receberão balões de duas cores, uma para representar os pares de elétrons ligantes e outra para os pares não ligantes. Cada grupo receberá uma molécula diferente, para que tentem fazer a montagem de acordo com a estrutura de Lewis e depois amarrarem os balões de acordo com a estrutura montada no caderno. As moléculas distribuídas serão H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, BF<sub>3</sub> e CH<sub>4</sub>. Com as tentativas dos estudantes começará a falar sobre cada geometria, seguindo a ordem crescente de átomos envolvidos nas moléculas e também de pares de elétrons não ligantes. Assim, será apresentada no quadro, primeiramente a geometria linear, seguida da angular. A diferença entre elas será explicada. Próximo passo será a apresentação dos outros dois grupos com moléculas de geometrias trigonal plana e piramidal, respectivamente. Novamente serão mostradas no quadro as diferenças entre as duas geometrias. Por último, o grupo da molécula com geometria tetraédrica, para terminar a apresentação no quadro das geometrias. Terminadas as geometrias no quadro, será iniciada a parte dos ângulos de cada geometria, para determinação dos ângulos de ligação entre os átomos das moléculas. Para auxiliar nesse momento, serão utilizados os ângulos dos triângulos.</p>
<p>VI. Recursos didáticos:  - Quadro e giz.  - Balões de duas cores diferentes.</p>
<p>VII. Avaliação:  - Participação dos estudantes durante a aula.  - Montagem dos balões como forma de representar as geometrias moleculares de moléculas.</p>

**ANEXO C – Plano de aula sobre Polaridade das Moléculas**

I. Dados de Identificação: Série: 1ª SÉRIE Duração: 50 minutos
II. Tema: - Plano cartesiano, vetores, momento dipolar e polaridade das moléculas
III. Objetivos:  Dos estudantes: - Entender a decomposição de vetores no plano cartesiano; - Posicionar as moléculas no plano cartesiano; - Analisar a polaridade das moléculas. Do Professor: - Apresentar o plano cartesiano e seus vetores; - Introduzir a decomposição de vetores através das ligações entres os átomos das moléculas; - Apresentar o momento dipolar nos planos cartesianos para análise da polaridade de cada molécula.
IV. Conteúdo: - Geometria Molecular
V. Introdução e Desenvolvimento do tema: A aula será iniciada com a apresentação do plano cartesiano para introduzir os vetores. O quadro negro será utilizado durante toda a aula, sendo também necessária e influenciada a participação dos estudantes em todos os momentos. Com o plano cartesiano e os vetores representados, será necessária também a apresentação da decomposição desses vetores, visto que as ligações químicas nas moléculas muitas vezes são representadas entre os planos cartesianos x e y, e não em cima deles. Após a decomposição dos vetores, serão colocadas moléculas já vistas nas aulas anteriores sobre os planos cartesianos, com o átomo central no ponto (0,0) para que as ligações químicas possam ser colocadas na forma de vetores. Dessa forma, serão apresentadas as formas de anular os vetores, de acordo com as decomposições ou não de cada ligação química, introduzindo o momento dipolo das moléculas e analisando a polaridade de cada uma.
VI. Recursos didáticos: - Quadro e giz.
VII. Avaliação: - Participação dos estudantes durante a aula.

**ANEXO D – Plano de aula sobre Geometria Molecular**

I. Dados de Identificação: Série: 1ª SÉRIE Duração: 50 minutos
II. Tema: - Geometria molecular.
III. Objetivos:  Dos estudantes: - Introduzir moléculas em um software sobre geometria molecular. Do Professor: - Mostrar como uma molécula pode ser inserida em um software utilizado para geometria molecular.
IV. Conteúdo: - Geometria Molecular
V. Introdução e Desenvolvimento do tema: Essa aula será destinada a introduzir um pouco do uso de software com os estudantes, que irão colocar as moléculas utilizadas com os balões e outras que tiverem curiosidade, para visualizar em 3D e por imagem cada uma delas. Os estudantes também irão prever a geometria de moléculas diferentes das já trabalhadas, para então coloca-las no software e visualiza-las.
VI. Recursos didáticos: - Computador e software.
VII. Avaliação: - Participação dos estudantes durante a aula.

## ANEXO E – Plano de aula sobre Gráfico de Mudança de Estado de Agregação

<p>I. Dados de Identificação:  Série: 1ª SÉRIE  Duração: 50 minutos</p>
<p>II. Tema:  - Gráficos de Mudança de Estado de Agregação</p>
<p>III. Objetivos:</p> <p>Dos estudantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entender a leitura dos gráficos;</li> <li>- Identificar as coordenadas dos pontos nos gráficos;</li> <li>- Compreender as funções de 1° e 2° grau;</li> <li>- Calcular as equações das funções de 1°;</li> <li>- Traçar os gráficos com os valores das incógnitas calculadas nas equações de 1° e 2° grau.</li> </ul> <p>Do Professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Explicar a leitura de gráficos;</li> <li>- Explicar as funções de 1° e 2° grau;</li> <li>- Apresentar o gráfico de aquecimento da água.</li> </ul>
<p>IV. Conteúdo:  - Mudança de Estado de Agregação.</p>
<p>V. Introdução e Desenvolvimento do tema:  A aula se iniciará com a apresentação de gráficos, a princípio, com uma reta, para o aprendizado da leitura nos eixos x e y. O conceito de coordenada, bem como sua representação também serão abordados. Depois de aprender a ler o gráfico e anotar as coordenadas dos pontos, será ensinado as funções de 1° grau, como calcular e como traçar o gráfico. Alguns exemplos serão dados para os estudantes fixarem o conteúdo ensinado e depois, será apresentado gráficos com eixos x, y e z, para também aprender a leitura e anotar coordenadas. Com esses exemplos feitos, será abordado a função de 2° grau, apresentando equações, os gráficos e como calcular. Sabendo fazer a leitura dos gráficos, será apresentado o gráfico de aquecimento da água, para mostrar os estados físicos e as temperaturas de fusão e de ebulição, lembrando de utilizar da leitura das coordenadas que acabaram de aprender. As nomenclaturas das mudanças dos estados de agregação serão lembradas com os estudantes.</p>
<p>VI. Recursos didáticos:  - Quadro e giz.</p>
<p>VII. Avaliação: Feita através da participação.</p>

## ANEXO F – Plano de aula sobre Gráfico de Mudança de Estado de Agregação

<p>I. Dados de Identificação:  Série: 1ª SÉRIE  Duração: 50 minutos</p>
<p>II. Tema:  - Gráficos de Mudança de Estado de Agregação</p>
<p>III. Objetivos:</p> <p>Dos estudantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreender as constâncias da temperatura de fusão em substâncias puras;</li> <li>- Entender a diferença de substâncias puras e misturas;</li> <li>- Identificar as diferenças dos gráficos de substâncias puras e misturas.</li> </ul> <p>Do Professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Explicar a constância da temperatura nas mudanças de estado de agregação de substâncias puras;</li> <li>- Mostrar as características dos gráficos das misturas;</li> </ul>
<p>IV. Conteúdo:  - Mudança de Estado de Agregação.</p>
<p>V. Introdução e Desenvolvimento do tema:  A aula será feita no laboratório da escola, para a realização de um experimento, que terá como roteiro:</p> <p>Dividir a turma em dois grupos, cada um ficará em uma extremidade da bancada do laboratório. Cada grupo receberá um termômetro e dois béqueres. No béquer 1, colocar água retirada da torneira da bancada. No béquer 2, colocar o gelo que se encontra na forminha (juntamente com a água já da fusão do gelo). Medir a temperatura da água contida no béquer 1. Anotar. Medir a temperatura do material no béquer 2, primeiramente no gelo e, depois, na água proveniente da fusão, deixando o termômetro por 5 minutos e acompanhar o que acontece. Observar e anotar as temperaturas, bem como o que observaram.</p> <p>Com o fim do experimento, será retomado o gráfico de aquecimento da água para discussão sobre as observações feitas pelos estudantes e apresentar os patamares constantes no gráfico para abordar a questão da temperatura ser constante durante a mudança do estado de agregação. O gráfico de resfriamento da água também será apresentado para leitura do gráfico e também discussão dos patamares. Gráficos das misturas também serão desenhados para a discussão da diferença observada, o porquê e para tratar do experimento com a água. É uma mistura? É uma substância pura? .</p>
<p>VI. Recursos didáticos:  - Experimento.</p>
<p>VII. Avaliação: Feita através da participação.</p>

**ANEXO G – Plano de aula sobre Gráfico de Mudança de Estado de Agregação**

I. Dados de Identificação: Série: 1ª SÉRIE Duração: 50 minutos
II. Tema: - Gráficos de Mudança de Estado de Agregação
III. Objetivos:  Dos estudantes: - Compreender as constâncias da temperatura de fusão em substâncias puras; - Entender a diferença de substâncias puras e misturas; - Identificar as diferenças dos gráficos de substâncias puras e misturas. Do Professor: - Explicar a constância da temperatura nas mudanças de estado de agregação de substâncias puras; - Mostrar as características dos gráficos das misturas;
IV. Conteúdo: - Mudança de Estado de Agregação.
V. Introdução e Desenvolvimento do tema: A aula será destinada a resolução de exercícios para fixação dos conteúdos abordados nas duas aulas anteriores. Serão selecionados exercícios do livro didático utilizado pela escola.
VI. Recursos didáticos: - Quadro e giz.
VII. Avaliação: Feita através da participação.



## ANEXO H – Plano de aula sobre Modelo Atômico de Leucipo e Demócrito

<p>I. Dados de Identificação: Série: 1ª SÉRIE Duração: 50 minutos</p>
<p>II. Tema: - Leucipo e Demócrito, discussão da matéria, o átomo</p>
<p>III. Objetivos:</p> <p>Dos estudantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreender a filosofia relacionada ao modelo atômico;</li> <li>- Compreender o início da ciência – indagações sobre o universo e de tudo que está ao nosso redor (Filosofia e Ciência);</li> <li>- Entender o modelo de Leucipo e Demócrito;</li> </ul> <p>Do Professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduzir a discussão da evolução atomística através dos pensamentos filosóficos e as discussões feitas na época (contexto histórico);</li> <li>- Introduzir a discussão da criação da ciência e explicar a natureza da matéria;</li> <li>- Explicar os conceitos do modelo atômico de Leucipo e Demócrito;</li> </ul>
<p>IV. Conteúdo: - Modelos Atômicos</p>
<p>V. Introdução e Desenvolvimento do tema: A aula se iniciará com a apresentação do trabalho sobre Leucipo e Demócrito e seu contexto histórico (forma livre de apresentação). Apresentarão também um modelo representativo para seu tema, sendo este um desenho, objeto ou o que preferirem. Entregarão também uma parte escrita de seu trabalho. Após, se iniciará a parte do professor. Esta será realizada no quadro e através de indagações aos alunos sobre o tema (troca de conhecimentos) e também sobre a apresentação dos colegas. Será explicado que nas próximas aulas trabalharemos com a evolução histórica do atomismo – diferentes cientistas e diferentes contextos históricos (já explicado quando foi passado os temas a cada grupo). Será passado no quadro que os primeiros estudos envolveram os gases – discussão de matéria e composição de partículas. Depois será discutido o estudo da natureza da matéria por filósofos. Busca da explicação da natureza do mundo e nossa relação com o mesmo. Nesse momento será relacionado a filosofia como conceito – indagações – curiosidades - busca de respostas para “tudo”. Após esse primeiro momento será apresentado os filósofos em questão – Leucipo e Demócrito. Será exposto no quadro seus conceitos até que chegaremos na definição do átomo. Na sequência temos discussão sobre outros filósofos, como Aristóteles e Tales de Mileto, e sobre o esquecimento do atomismo (aqui teoria dos elementos primordiais). Será também feito uma discussão sobre a alquimia – indagações aos alunos sobre se já ouviram sobre isto e o que acham que é. No fim, terminaremos com uma ênfase nos conceitos de Leucipo e Demócrito e que o próximo grupo irá trazer algumas novidades (grupo 2 – Dalton).</p>
<p>VI. Recursos didáticos: - Slides (Datashow); - Quadro; - Modelos representativos.</p>
<p>VII. Avaliação:- Feita através da apresentação oral, trabalho escrito e modelo representativo.</p>

## ANEXO I – Plano de aula sobre Modelo Atômico de Dalton

<p>I. Dados de Identificação:  Série: 1ª SÉRIE  Duração: 50 minutos</p>
<p>II. Tema:  - Modelo atômico de Dalton</p>
<p>III. Objetivos:</p> <p>Dos estudantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreender a evolução da pesquisa/ciência através do momento histórico da revolução industrial;</li> <li>- Entender as Leis Ponderais e o modelo atômico de Dalton;</li> <li>- Entender o modelo atômico de Dalton e as reações químicas;</li> </ul> <p>Do Professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Explicar a evolução da discussão de átomo;</li> <li>- Explicar o modelo atômico de Dalton, suas implicações e a relação com as leis ponderais;</li> <li>- Explicar o contexto histórico – Revolução Industrial;</li> </ul>
<p>IV. Conteúdo:  - Modelos Atômicos</p>
<p>V. Introdução e Desenvolvimento do tema:  A aula se iniciará com a apresentação pelos alunos do trabalho sobre Dalton e seu contexto histórico (forma livre). Apresentarão também um modelo representativo para seu tema (forma livre). Entregarão também uma parte escrita de seu trabalho. Após a apresentação do trabalho por parte dos alunos se iniciará a parte do professor. Esta será realizada no quadro e através de indagações aos alunos sobre o tema (troca de conhecimentos) e também sobre a apresentação dos colegas. Será iniciado com uma discussão sobre as leis ponderais, ou seja, uma breve revisão sobre os trabalhos de Proust e Lavoisier (de forma oral). Após isso será exposto o trabalho de Dalton. Uma continuação experimental sobre as leis ponderais. Será aqui colocado o nosso contexto histórico, ou seja, a revolução industrial. Nesse momento enfatizaremos a importância das produções em massa, a busca por maiores lucros com menores custos (capitalismo) e o aparecimento de novas técnicas. Serão então apresentados os importantes conceitos de Dalton dentro das reações químicas. Explicação do modelo atômico de Dalton. Tudo isso será exposto no quadro, conceitos de Dalton e conceito histórico até chegarmos na representação do seu modelo atômico. Junto com essa exposição estará sempre presente as indagações aos alunos sobre o tema e sobre seus entendimentos/dúvidas até o momento. Como curiosidade será apresentado o conceito de Daltonismo e sua relação com o cientista Dalton. No fim, terminaremos com uma ênfase nos conceitos do modelo atômico de Dalton e que o próximo grupo irá trazer algumas novidades (grupo 3 – Thomson).</p>
<p>VI. Recursos didáticos:  - Slides (Datashow);  - Quadro;  - Modelos representativos.</p>
<p>VII. Avaliação: Feita através da apresentação oral, trabalho escrito e modelo representativo.</p>

## ANEXO J – Plano de aula sobre Modelo Atômico de Thomson

<p>I. Dados de Identificação:  Série: 1ª SÉRIE  Duração: 50 minutos</p>
<p>II. Tema:  - Modelo atômico de Thomson</p>
<p>III. Objetivos:</p> <p>Dos estudantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreender a evolução da pesquisa/ciência através do momento histórico da época;</li> <li>- Entender corrente elétrica e o modelo atômico de Thomson;</li> <li>- Entender a existência da partícula negativa – o elétron;</li> <li>- Entender de conceitos físicos de corrente, DDP, resistência e geradores;</li> </ul> <p>Do Professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Explicar a evolução da discussão de átomo;</li> <li>- Explicar o modelo atômico de Thomson, suas implicações e a relação com a eletricidade;</li> <li>- Explicar o contexto histórico – Eletricidade – o que é? Como foi percebida?</li> <li>- Explicar alguns conceitos da física (eletricidade, corrente, resistência, geradores, etc).</li> </ul>
<p>IV. Conteúdo:  - Modelos Atômicos</p>
<p>V. Introdução e Desenvolvimento do tema:</p> <p>A aula se iniciará com a apresentação pelos estudantes do trabalho sobre Thomson e seu contexto histórico (forma livre). Apresentarão também um modelo representativo para seu tema (forma livre). Entregarão também uma parte escrita de seu trabalho. Após a apresentação do trabalho por parte dos alunos se iniciará a parte do professor. Esta será realizada no quadro e através de indagações aos alunos sobre o tema (troca de conhecimentos) e também sobre a apresentação dos colegas. Será iniciado com uma breve revisão do modelo de Dalton, destacando sua representação como uma esfera e sua ausência de cargas (oralmente). Neste momento será então feito indagações sobre alguns processos de atração e repulsão entre as matérias. Como isso acontece? Porque existe? Dalton explicou? Será explicado o trabalho de Tales de Mileto, atração/repulsão da lã e do âmbar após o atrito dos corpos e feito em sala o processo de eletrização entre a caneta (parte plástica) e pedaços de papel. Explicando a existência de cargas na matéria (quadro). Após esse primeiro momento introduziremos o conceito histórico, onde já existia a corrente elétrica (eletricidade) e como isso influenciaria na mudança do modelo atômico. Explicação expositiva da ampola de Crookes e os raios catódicos. Explicação dos raios catódicos e a experimentação de Thomson. Descoberta dos elétrons – partícula negativa. Nova proposta de modelo atômico – mudança da representação – “modelo pudim de passas” no lugar do modelo de “bola de bilhar”.</p> <p>Diante do tema continuaremos explorando uma parte da física. Conceitos de corrente elétrica, ou seja, fluxo ordenados dos elétrons e o funcionamento de</p>

pilhas e baterias. Conceitos de intensidade de corrente, resistores, geradores e algumas fórmulas. Neste momento tentaremos ao máximo explorar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema, como, formas de energia e funcionamento de equipamentos do dia a dia. No fim, terminaremos com uma ênfase nos conceitos do modelo atômico de Thomson e que o próximo grupo irá trazer algumas novidades (grupo 4 – Rutherford).

VI. Recursos didáticos:

- Slides (Datashow);
- Quadro;
- Modelos representativos;

VII. Avaliação:

- Feita através da apresentação oral, trabalho escrito e modelo representativo;

## ANEXO K – Plano de aula sobre Modelo Atômico de Rutherford

<p>I. Dados de Identificação:</p> <p>Série: 1ª SÉRIE</p> <p>Duração: 50 minutos</p>
<p>II. Tema:</p> <p>- Modelo atômico de Rutherford</p>
<p>III. Objetivos:</p> <p>Dos estudantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreender a evolução da pesquisa/ciência através do momento histórico da época;</li> <li>- Compreender a radioatividade, os raios-X e o modelo atômico de Rutherford;</li> </ul> <p>Do Professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Explicar a evolução da discussão de átomo;</li> <li>- Explicar o modelo atômico de Rutherford, suas implicações e a relação com a radioatividade;</li> <li>- Explicar o contexto histórico – radioatividade e os raios –X;</li> </ul>
<p>IV. Conteúdo:</p> <p>- Modelos Atômicos</p>
<p>V. Introdução e Desenvolvimento do tema:</p> <p>A aula se iniciará com a apresentação do trabalho pelos estudantes sobre Rutherford e seu contexto histórico (forma livre). Apresentarão também um modelo representativo para seu tema (forma livre). Entregarão também uma parte escrita de seu trabalho. Após a apresentação do trabalho por parte dos alunos se iniciará a parte do professor. Esta será realizada no quadro e através de indagações aos alunos sobre o tema (troca de conhecimentos) e também sobre a apresentação dos colegas. Será iniciado com uma breve revisão do modelo de Thomson e de como o mesmo é representado (oralmente e pelo desenho do modelo atômico). Após esse primeiro momento introduziremos o conceito histórico. Será exposto a existência na época de estudos radioativos e da presença dos raios-X. Será explicado alguns conceitos da radioatividade e dos processos de fosforescência. Explicaremos sobre as observações de Rontgen (raios-x) e sobre os estudos e observações de Becquerel para o elemento químico Urânio (radioatividade) além dos estudos de Marie Curie. Após esses conceitos será exposto também no quadro o trabalho de Rutherford. Será explicado seu experimento e suas considerações. Neste momento passamos a ter uma nova representação do átomo. Além disso serão também colocados alguns “problemas” não explicados por Rutherford. No fim, terminaremos com uma ênfase nos conceitos do modelo atômico de Rutherford e que o próximo grupo irá trazer algumas novidades (grupo 4 – Bohr).</p>
<p>VI. Recursos didáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Slides (Datashow);</li> <li>- Quadro;</li> <li>- Modelos representativos</li> </ul>
<p>VII. Avaliação: Feita através da apresentação oral, trabalho escrito e modelo representativo.</p>

## ANEXO L – Plano de aula sobre Modelo Atômico de Bohr

<p>I. Dados de Identificação:  Série: 1ª SÉRIE  Duração: 50 minutos</p>
<p>II. Tema:  - Modelo atômico de Bohr</p>
<p>III. Objetivos:</p> <p>Dos estudantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreender a evolução da pesquisa/ciência através do momento histórico da época;</li> <li>- Entender o modelo atômico de Bohr;</li> <li>- Entender a existência das cores e de como nós a percebemos (frequência);</li> </ul> <p>Do Professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Explicar a evolução da discussão de átomo;</li> <li>- Explicar o modelo atômico de Bohr, suas implicações e a relação com as cores;</li> <li>- Explicar o contexto das cores – o que é? Como é percebida?</li> <li>- Explicar os conceitos químicos que existem por traz dos fogos de artifício.</li> </ul>
<p>IV. Conteúdo:  - Modelos Atômicos</p>
<p>V. Introdução e Desenvolvimento do tema:</p> <p>A aula se iniciará com a apresentação do trabalho sobre Bohr e seu contexto histórico (forma livre). Apresentarão também um modelo representativo para seu tema (forma livre). Entregarão também uma parte escrita de seu trabalho. Após a apresentação do trabalho por parte dos alunos se iniciará a parte do professor. Esta será realizada no quadro e através de indagações aos alunos sobre o tema (troca de conhecimentos) e também sobre a apresentação dos colegas. Será iniciado com uma breve revisão do modelo de Rutherford, destacando suas principais considerações e lembrando de alguns “problemas até então não explicados”. (Feito oralmente). Após esse primeiro momento introduziremos o conceito histórico, explorando os conceitos das cores e de como as mesmas são percebidas por nós (quadro). Em sequência será explicado o modelo atômico de Bohr. Novidades como as presenças das órbitas e da energia quantizada. Mudança, portanto, na representação do átomo (nova maneira de representação – novo “desenho”). No fim, terminaremos com uma ênfase nos conceitos do modelo atômico de Bohr e na sua representação. Deixaremos claro também que cada cientista tem sua contribuição de acordo com a época envolvida, ou seja, seu contexto histórico. Portanto, todos os modelos são importantes. Tudo é uma evolução e pode sofrer mudanças.</p>
<p>VI. Recursos didáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Slides (Datashow);</li> <li>- Quadro;</li> <li>- Modelos representativos;</li> </ul>
<p>VII. Avaliação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Feita através da apresentação oral, trabalho escrito e modelo representativo.</li> </ul>

**ANEXO M – Plano de aula sobre pH**

I. Dados de Identificação: Série: 1ª SÉRIE Duração: 50 minutos
II. Tema: - Teorias ácido-base; pH.
III. Objetivos:  Dos estudantes: - Saber identificar substâncias ácidas e básicas diante da fórmula molecular; - Entender a dependência do pH com a concentração de íons $H^+$ e identificar que se trata de um conceito de acidez;  Do Professor: - Apresentar uma breve revisão sobre as funções ácido e base; - Apresentar o conceito de pH e sua dependência com a função logarítmica;
IV. Conteúdo: - pH;
V. Introdução e Desenvolvimento do tema: A aula será iniciada com uma breve revisão sobre o que foi visto de ácido e base (fórmulas e nomenclatura) e, com isso, também será feita uma abordagem sobre as teorias ácido-base – Arrhenius, Lewis e Bronsted-Lowry. Com a abordagem da presença de íons $H^+$ presente em soluções ácidas, por exemplo, será iniciado o assunto de pH propriamente dito, com uma indagação sobre o item: sabem o que é? Já ouviram falar? Significado? Rótulo da água? Após este primeiro momento será apresentado o conceito de pH (Potencial Hidrogeniônico), fazendo a correlação do mesmo com a concentração de íons $H^+$ e acidez. E assim, a aula terminará com a apresentação da expressão para o cálculo do pH, que será abordado na aula seguinte, com alguns exemplos.
VI. Recursos didáticos: - Quadro e giz.
VII. Avaliação: - Participação dos estudantes durante a aula.

## ANEXO N – Plano de aula sobre pH

<p>I. Dados de Identificação:  Série: 1ª SÉRIE  Duração: 50 minutos</p>
<p>II. Tema:  - Logaritmo; pH;</p>
<p>III. Objetivos:</p> <p>Dos estudantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Saber utilizar a função log – cálculo;</li> <li>- Saber que a equação de pH está diretamente relacionada com a função logarítmica;</li> <li>- Saber que o pH é uma medida de acidez e que o mesmo varia de 0 a 14;</li> <li>- Saber utilizar a função log pra o cálculo de pH;</li> </ul> <p>Do Professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Discutir exemplos básicos da função log</li> <li>- Apresentar a equação de pH – dependência logarítmica;</li> <li>- Apresentar a faixa de valores de pH;</li> <li>- Apresentar alguns cálculos de pH;</li> </ul>
<p>IV. Conteúdo:  - pH;</p>
<p>V. Introdução e Desenvolvimento do tema:  A aula será iniciada com a discussão sobre a função log. Já viram essa função? Já estudaram? Lembram algo? Para iniciar com os cálculos, serão utilizados alguns exemplos, como <math>\log_2 8</math>, <math>\log_3 81</math>, <math>\log_{10}</math>, abordando a base e como deve ser calculado o resultado. Os exemplos a serem utilizados dependerão da parte de potenciação, que também será lembrada, como fatorar um número e escrevê-lo na forma de potência. Propriedades logarítmicas como logaritmo de um produto e logaritmo de uma potência serão ensinados aos estudantes, utilizando os exemplos já citados. Assim feito, será introduzido a equação de pH e destacado a também dependência logarítmica. Ou seja, fazer com que o aluno consiga observar que a equação é mesma e que utilizaremos também na Química. Na sequência mostrar que desta função iremos obter valores de pH e que estes valores montam uma escala que vai de 0 a 14. Já viram essa escala? Sabem o que esses valores significam? Com a discussão, falar que indicam uma faixa de acidez. Para finalizar, será aplicado alguns cálculos de pH através de diferentes concentrações de <math>H^+</math>, para que visualizem numericamente toda a discussão feita anteriormente e que possam observar a utilização da fórmula. Também será pedido que os estudantes pesquisem alguns valores de pH de alguns alimentos e produtos do cotidiano.</p>
<p>VI. Recursos didáticos:  - Quadro e giz.</p>
<p>VII. Avaliação:  - Participação dos estudantes durante a aula e de como abordam as discussões feitas perante os conceitos abordados.</p>



## ANEXO O – Plano de aula sobre pH

<p>I. Dados de Identificação:  Série: 1ª SÉRIE  Duração: 50 minutos</p>
<p>II. Tema:  - pH e as reações químicas; Gráficos de função logarítmica.</p>
<p>III. Objetivos:</p> <p>Dos estudantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecer a diferença de pH nas diferentes soluções do cotidiano;</li> <li>- Saber que o pH é de extrema importância para as reações químicas;</li> <li>- Saber que o pH influencia muito no comportamento da natureza;</li> <li>- Entender a função logarítmica e saber diferenciar as curvas das diferentes funções matemáticas;</li> <li>- Saber que as concentrações dos íons <math>H^+</math> e <math>OH^-</math> afetam diretamente nessa variação de acidez;</li> </ul> <p>Do Professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mostrar que o pH influencia diversos tipos de reações químicas;</li> <li>- Apresentar diferentes discussões/exemplos de reações e a importância do pH: reações biológicas (faixa de pH ideal – eficiência de enzimas por exemplo – pH ótimo), reações nas indústrias (alimentícia – bebidas – pH da água), e importância do pH para o solo (desenvolvimento de vegetação – plantio – agricultura – animais);</li> <li>- Discutir sobre pH de soluções do cotidiano (sucos, água mineral, refrigerante);</li> <li>- Introduzir curvas matemáticas: resgatar e identificar o que lembram e o que já estudaram;</li> <li>- Mostrar a influência dos íons <math>H^+</math> e <math>OH^-</math> na faixa de pH e, discutir como suas diferentes concentrações modifica/altera os valores de pH;</li> </ul>
<p>IV. Conteúdo:  - pH;</p>
<p>V. Introdução e Desenvolvimento do tema:  A aula será iniciada abordando os valores do pH trazidos nas pesquisas dos estudantes. Também será feita uma discussão sobre as diversas situações onde se trabalha com soluções, que o pH influencia diretamente nos resultados das reações químicas, ou seja, o tipo de produto obtido, sua qualidade e possivelmente o seu rendimento é afetado pelo valor de pH. Por isso, seu conhecimento é de suma importância. Assim, será apresentada algumas discussões: pH nos processos biológicos - como o pH influencia a ação das enzimas e como seu controle é importante para o comportamento do nosso organismo, por exemplo. Apresentar o conceito de pH ótimo. Relacionar este conceito na eficiência das enzimas e nas taxas de desenvolvimento de bactérias. Abordar na sequência a importância da faixa de pH para as reações químicas por exemplo de indústrias alimentícias, de bebidas e de cosméticos. Importância do pH do solo e sua influência no desenvolvimento de vegetação e de animais. Relacionar também a importância pH do solo com plantios – agricultura. Explorar</p>

as discussões trazidas pelos alunos durante a abordagem do tema. Com uma rápida abordagem a função log será retomada para que os alunos possam lembrar o formato da equação logarítmica e de como fizemos os cálculos. Neste momento será aberta uma discussão sobre os íons  $H^+$  e  $OH^-$  e mostrado como eles influenciam na variação do pH. Destacar aqui a ideia da concentração destes íons com o valor indicado. Para fazer uma comparação com a função log e um resgate das diversas funções da matemática será apresentado no quadro as curvas das funções de 1º grau, 2º grau e exponencial. Os alunos serão convidados a apresentarem algumas curvas nos gráficos como forma de participação e envolvimento na aula.

VI. Recursos didáticos:

- Quadro e giz.

VII. Avaliação:

- Participação dos estudantes durante a aula e de como abordam as discussões feitas perante os conceitos abordados;

## ANEXO P – Plano de aula sobre pH

<p>I. Dados de Identificação:  Série: 1ª SÉRIE  Duração: 50 minutos</p>
<p>II. Tema:  - pH e os indicadores ácido/base – experimento em laboratório;</p>
<p>III. Objetivos:</p> <p>Dos estudantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecer a diferença de pH nas diferentes soluções do cotidiano;</li> <li>- Saber que o pH é de extrema importância para as reações químicas;</li> <li>- Saber que o pH influencia muito no comportamento da natureza;</li> </ul> <p>Do Professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar experimento em laboratório com repolho roxo e fenolftaleína;</li> <li>- Explicar o que é um indicador ácido/base e que a variação de cor está relacionada com o valor ou faixa de pH.</li> <li>- Mostrar tabela de cores referente a influência do indicador repolho roxo;</li> <li>- Apresentar discussão sobre compostos do cotidiano e perguntar sobre o que acham sobre acidez e basicidade dos mesmos;</li> </ul>
<p>IV. Conteúdo:  - pH;</p>
<p>V. Introdução e Desenvolvimento do tema:  A aula será iniciada com a apresentação dos compostos a serem utilizados no experimento com repolho roxo (suco de repolho preparado previamente pelo professor). Neste momento será levantada uma discussão sobre o que acham da acidez destes compostos. Serão utilizados: ácido sulfúrico, limão, vinagre, água, refrigerante, pasta de dente, leite, detergente, sabonete branco, pasta de dente, amônia e água sanitária. A partir da realização do experimento os alunos terão acesso a um roteiro onde anotarão as cores observadas e será deixado livre para que anotem tudo que quiserem. Será reforçado para que observem também a intensidade das cores. Para finalizar a parte experimental será feito alguns exemplos com o indicador fenolftaleína. Com todas as informações coletadas a discussão voltará a ser feita em sala de aula. Hora de organizar as informações e explorar os conceitos. Discutir com os alunos sobre o que eles acham dos resultados observados e fazer com eles relacionem com o que vimos anteriormente: classificação de acidez, mais ácido ou menos ácido, concentração de íons <math>H^+</math>, e comparar estes resultados com o que eles pensavam anteriormente. Além da faixa de cores para o indicador repolho roxo também será feita discussão sobre as cores do indicador fenolftaleína. Por fim será pedido aos alunos que façam um relatório sobre este experimento explicando como o mesmo foi feito e qual o significado da faixa de cores. Além disso, uma atividade será entregue aos alunos para que possam exercitar estes conceitos.</p>
<p>VI. Recursos didáticos:  - Laboratório, quadro e giz.</p>

**VII. Avaliação:**

- Participação dos estudantes durante a aula (experimento);
- Nível de abordagem nas discussões feitas perante os conceitos apresentados;
- Comportamento e comprometimento com a atividade experimental;